



---

---

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**INSTITUTO DE CIENCIAS**

**CENTRO DE AGROECOLOGÍA**

**MAESTRÍA EN MANEJO SOSTENIBLE DE AGROECOSISTEMAS**

**“EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL  
AGROECOSISTEMA MAÍZ BAJO EL SISTEMA MILPA Y  
MONOCULTIVO EN TEHUATZINGO, LIBRES, PUEBLA”**

**TESIS**

Presentada para obtener el grado de  
Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas

**PRESENTA**

**LIC. MARGARITA ARTEAGA DOMÍNGUEZ**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. PRIMO SÁNCHEZ MORALES**

**ASESORES**

**DR. OMAR ROMERO ARENAS**

**DR. IGNACIO OCAMPO FLETES**

**DR. ANTONIO RIVERA TAPIA**

**REVISOR EXTERNO**

**DR. JULIO SÁNCHEZ ESCUDERO**

**PUEBLA, PUE., ENERO, 2020**



La presente tesis, titulada: "Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz bajo el sistema milpa y monocultivo en Tehuatzingo, Libres, Puebla.", realizada por la alumna Lic. Margarita Arteaga Domínguez, bajo la dirección del Comité Tutorial indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS EN  
MANEJO SOSTENIBLE DE AGROECOSISTEMAS

COMITÉ TUTORAL:

DIRECTOR: \_\_\_\_\_  
Dr. Primo Sánchez Morales

ASESOR: \_\_\_\_\_  
Dr. Omar Romero Arenas

ASESOR: \_\_\_\_\_  
Dr. José Antonio Rivera Tapia

ASESOR EXTERNO: \_\_\_\_\_  
Dr. Ignacio Ocambo Fletes

REVISOR EXTERNO: \_\_\_\_\_  
Dr. Julio Sánchez Escudero

Puebla, Pue., Enero de 2020.

Posgrado en Manejo Sostenible de Agroecosistemas  
Instituto de Ciencias (ICUAP)

Av. 14 sur 6301, Edificio ICA,  
Ciudad Universitaria  
Col. San Manuel, Puebla, Pue, C.P. 72570  
01 (222) 2295500 Ext. 7063  
mesagro@correo.buap.mx

## AGRADECIMIENTOS

*“La utopía está en el horizonte. Camino dos pasos, ella se aleja dos pasos y el horizonte se corre diez pasos más allá. ¿Entonces para qué sirve la utopía? Para eso, sirve para caminar”.*

*(Eduardo Galeano)*

Todo el gran esfuerzo plasmado en el siguiente trabajo es dedicado con mucho amor y cariño a mi hija Amanda Zazil, como prueba de que las metas pueden lograrse, superar obstáculos, luchar por los sueños, y creer en un mundo mejor y más justo.

A mi familia, en especial a mi madre Margarita y mi padre Ignacio, quienes han sido mi guía en esta vida, a quienes debo mi formación y mucho de mi criterio. A mi único hermano, mi compañero y apoyo desde pequeños...y para todos mis seres queridos que ahora se han convertido en mis ángeles y que siempre llevo conmigo.

Agradezco infinitamente a los productores de Tehuatzingo, quienes conservan un vínculo muy especial con la Tierra, por su comprensión hacía conmigo, y por todas sus enseñanzas, sin duda ha sido una experiencia muy enriquecedora.

Al apoyo de mis maestros, a los que dedican parte de su vida en dejar una huella en los alumnos y que han sido parte de mi proceso de formación y de vida.

Al Dr. Primo Sánchez Morales, pilar fundamental de esta Tesis y al Dr. Ignacio Ocampo Fletes por todas sus aportaciones y enseñanzas. Gracias por ser maestros comprometidos con su labor. Y a todos los que también participaron en este proyecto, les agradezco su aportación, correcciones y esfuerzo.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN / ABSTRACT.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Planteamiento del problema.....	11
II. ANTECEDENTES.....	14
III. MARCO TEÓRICO.....	22
3.1. La Agroecología.....	22
3.2. El agroecosistema.....	23
3.3. Sustentabilidad.....	26
3.4. El sistema milpa.....	27
3.5. El monocultivo.....	29
3.6. Autosuficiencia alimentaria.....	30
3.7. Agricultura familiar.....	31
IV. JUSTIFICACIÓN.....	32
V. OBJETIVOS.....	34
5.1. Objetivo general.....	34
5.2. Objetivos específicos.....	34
VI. HIPÓTESIS.....	34
6.1. Hipótesis general.....	34
6.2. Hipótesis específicas.....	34
VII. MARCO DE REFERENCIA.....	35
VIII. METODOLOGÍA.....	37
8.1. Contexto de la investigación.....	37
8.2. Técnicas de investigación.....	37
8.2.1 Encuesta.....	37
8.2.2 Análisis de suelo.....	39
8.2.3 Técnica cualitativa.....	40
8.3. Marco de evaluación (MESMIS).....	40
8.4. Métodos para la medición de indicadores de sustentabilidad.....	41
8.5. Técnicas de análisis de la información.....	46
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
X. CONCLUSIONES.....	75
XI. RECOMENDACIONES FINALES.....	77
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
XIII. ANEXOS.....	86
Anexo 1. Elaboración de caldo nutritivo para conteo de biomasa bacteriana.....	86
Anexo 2. Instrumento de trabajo para caracterización de los sistemas de manejo y para medición de indicadores.....	87

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Tabla 1.</b> Parámetros de medición físico química del suelo.....	43
<b>Tabla 2.</b> Principales determinantes para caracterizar los sistemas de estudios.....	47
<b>Tabla 3.</b> Características de los sistemas de manejo en la localidad de Tehuatzingo, Libres, Puebla.....	48
<b>Tabla 4.</b> Relación entre los puntos críticos de los sistemas con los atributos de la sustentabilidad.....	50
<b>Tabla 5.</b> Criterios de diagnóstico e indicadores del agroecosistema maíz en Tehuatzingo, Puebla.....	51
<b>Tabla 6.</b> Relación beneficio-costo en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.....	52
<b>Tabla 7.</b> Costos de producción por hectárea en los sistemas monocultivo y milpa en Tehuatzingo, Puebla.....	54
<b>Tabla 8.</b> Relación insumo/producto en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.....	54
<b>Tabla 9.</b> Variación del rendimiento actual en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.....	55
<b>Tabla 10.</b> Resultados de análisis físico-químico en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.....	57
<b>Tabla 11.</b> Conteo de biomasa bacteriana en suelos de Tehuatzingo, Puebla.....	58
<b>Tabla 12.</b> IDIE en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.....	58
<b>Tabla 13.</b> Índice de Simpson en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla...	59
<b>Tabla 14.</b> Fuentes de ingreso en los hogares agrícolas de Tehuatzingo, Puebla.....	60
<b>Tabla 15.</b> Índice de Simpson en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.	61
<b>Tabla 16.</b> Rendimiento medio cosechado en Tehuatzingo, Puebla.....	62
<b>Tabla 17.</b> Eficiencia Relativa de la Tierra en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.....	62
<b>Tabla 18.</b> Distribución del ingreso en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.....	63
<b>Tabla 19.</b> Demanda de la fuerza de trabajo en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.....	65
<b>Tabla 20.</b> Emigración en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.....	65
<b>Tabla 21.</b> Migración en las familias de Tehuatzingo, Puebla.....	66
<b>Tabla 22.</b> Abastecimiento de maíz en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.....	67
<b>Tabla 23.</b> Origen de la semilla de siembra, en Tehuatzingo, Puebla.....	68
<b>Tabla 24.</b> Motivos por los que siguen sembrando maíz, en Tehuatzingo, Puebla.....	69
<b>Tabla 25.</b> Puntos óptimos del agroecosistema maíz, en Tehuatzingo, Puebla.....	69
<b>Tabla 26.</b> Significancia estadística entre los dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Polígonos del ejido Rancho Viejo.....	35
<b>Figura 2.</b> Sitios de muestreo de suelo en Tehuatzingo, Puebla.....	39
<b>Figura 3.</b> Rendimientos de maíz de 2008 a 2018 en Libres, Pue.....	56
<b>Figura 4.</b> Actividad biológica en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo.....	57
<b>Figura 5.</b> Diversificación de la fuente de ingreso en Tehuatzingo, Libres, Puebla.....	60
<b>Figura 6.</b> Curva de Lorenz en manejo de monocultivo.....	64
<b>Figura 7.</b> Curva de Lorenz en el sistema milpa.....	64
<b>Figura 8.</b> Comparación de los sistemas de estudio por medio de 12 indicadores...	73
<b>Figura 9.</b> Trabajo realizado en laboratorio de Micoplasmas.....	86
<b>Figura 10.</b> Celdas para lectura en espectrofotómetro.....	87

## RESUMEN

La sustentabilidad integra las tres vertientes de la Agroecología: social, ambiental y económica. El objetivo de este trabajo es evaluar la sustentabilidad del agroecosistema maíz en sus dos formas de manejo: milpa y monocultivo, en la localidad de Tehuatzingo, Libres, Puebla. Debido al crecimiento exponencial de la población, se necesita generar formas de producción sustentables. La importancia de los sistemas tradicionales campesinos es que resguardan saberes y haceres ancestrales, resisten a las políticas neoliberales y pueden dar respuesta a la demanda de alimentos. Se evaluó la sustentabilidad en el agroecosistema maíz en Tehuatzingo, Puebla empleando el marco metodológico MESMIS, a través de doce indicadores, que se midieron mediante encuesta (N=90 y n=46) por medio de un muestreo aleatorio simple con productores de maíz y calabaza; proporcionalmente 30 pertenecen al Sistema Milpa (SMi) y 16 al Sistema Monocultivo (SMo). Los resultados son parecidos para ambos grupos: en cuatro indicadores (relación beneficio-costos, insumo producto, índice de autoempleo agrícola y autosuficiencia en maíz). En otros cuatro, las variaciones son mínimas (índice de dependencia de insumos externos, diversificación de la fuente de ingreso, distribución de ingresos y porcentaje de emigración por sistemas). En dos el SMi tiene una ventaja (índice relativo de la tierra y variación de rendimiento actual en maíz) y en los dos restantes, el SMo se encuentra en mejores condiciones (elementos físico-químicos y conteo de bacterias en suelo). Se concluye que no existe diferencia significativa entre las dos formas de manejo, no obstante el SMo tiende a depender cada vez más de insumos externos.

**Palabras clave:** agroecosistema maíz, indicadores, MESMIS, sistemas campesinos.

## ABSTRACT

Sustainability integrates the three aspects of Agroecology: social, environmental and economic. The objective of this work is to evaluate the sustainability of the maize agroecosystem in its two forms of management: milpa and monoculture, in the ejido of Tehuatzingo, Libres, Puebla. Due to the exponential growth of the population, sustainable forms of production need to be generated. The importance of traditional peasant systems is that they protect ancestral knowledge and actions, resist neoliberal policies and can respond to the demand for food. Sustainability was evaluated in the maize agroecosystem in Tehuatzingo, Puebla using the MESMIS methodological framework, through twelve indicators, which were measured by means of a survey (N=90 and n=46) by means of a simple random sampling with corn and squash producers; proportionally, 30 belong to the Milpa System (SMi) and 16 to the Monoculture System (SMo). The results are similar for both groups: in four indicators (benefit-cost ratio, product input, agricultural self-employment index and corn self-sufficiency). In another four, the variations are minimal (index of dependence on external inputs, diversification of the source of income, income distribution and percentage of emigration by systems). In two, the SMi has an advantage (relative land index and current yield variation in corn) at the two remaining; the SMo is in better condition (physical-chemical elements and bacteria count in soil). It is concluded that there is no significant difference between the two forms of management; nevertheless, the SMo tends to depend more and more on external inputs.

**Keywords:** maize agroecosystem, indicators, MESMIS, peasant systems.

## I. INTRODUCCIÓN

Durante la década de los 60's del siglo pasado se da un movimiento pacifista ante el panorama devastador en medio de guerras y con una idea impuesta de “desarrollo”, esto a partir de la declaración de Harry Truman (1949) en su toma de posesión como presidente de los Estados Unidos de Norteamérica, en la que diferenció radicalmente a los países, definiendo la mayor parte del mundo como “subdesarrollada” y en que además se impuso la idea de que el camino a recorrer para los países era alcanzar el nivel de vida norteamericano (Unceta, 2014). Así las naciones se proponen como meta alcanzar el crecimiento económico como única vía.

De esta forma, durante los años sesentas, en medio de guerras y con el tan anhelado crecimiento, surgen movimientos pacifistas que cuestionan los resultados del “desarrollo”, debido a la percepción diferente y la conciencia ambiental que va floreciendo con la influencia de algunos escritos bastante completos como la Primavera Silenciosa (Leff, 2010). Hasta 1972 se institucionaliza que el medio ambiente debía cuidarse, todo esto plasmado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, realizada en Estocolmo. Es así como se empieza a aceptar los daños que como raza humana le estamos causando a la *madre tierra*.

Surge entonces en 1987 el concepto de desarrollo sustentable incluido en el informe conocido como Nuestro Futuro Común, y definido como la “capacidad de satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de atender a las generaciones futuras” (Leff, 2010). El cual fue legitimado tiempo después ante más de 150 países en 1992 a raíz de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, de esta manera el concepto creó gran relevancia debido a su rápida incorporación en los discursos oficiales y en algunas normas nacionales con el fin de incrementar los rendimientos económicos sin desprenderse de los vínculos con la naturaleza (Carabias y Provencio, 1993).

El desarrollo sustentable no sólo se refiere a cuestiones relacionadas con lo ecológico sino que camina en torno a estrategias que sirvan a la sociedad, de tal forma que la sustentabilidad también es vista como poder social; logra traspasar la explotación económica en la que se ha visto agredido el medio ambiente y además el trabajo humano mediante la creación de alternativas; tal como sistemas agroecológicos, de tecnología ecológica, el reforzamiento de la economía solidaria con el nacimiento de mercados justos

y orgánicos, democracia directa y participativa, “todos ellos dirigidos al empoderamiento de los colectivos sociales y al control de sus territorios” (Toledo, 2015).

Una estrategia utilizada para formar un camino hacia la sustentabilidad son las prácticas campesinas tradicionales donde los grupos de campesinos han optado por conservar sus cultivos básicos tal como el caso del maíz, que fue la base de los pueblos mesoamericanos y para el caso de nuestro país sigue siendo de relevancia en la dieta mexicana. De este grano se obtiene la tortilla así como una enorme cantidad de derivados y preparaciones culinarias, y en el caso de miles de familias rurales mexicanas sigue siendo el sustento (Fernández *et al.*, 2013).

Durante muchos años en México los campesinos además de alimentarse a sí mismos, fueron proveedores de alimentos para el país y para el extranjero. No obstante, a partir del último tercio del siglo XX, la pequeña y mediana producción se fue erosionando, a pesar de que las políticas públicas no les han favorecido, los campesinos siguen resistiendo, muchos de ellos en malas condiciones; es contradictorio que donde se generan alimentos exista mayor desnutrición, a lo cual también se le suma la severa y creciente dependencia alimentaria (Bartra, 2017).

En la actualidad, el maíz además de su importancia social y cultural para la sociedad mexicana, llama la atención la complejidad de los sistemas de producción, como el sistema milpa, policultivo que mediante la diversificación en la producción de alimentos puede aportar a la seguridad y soberanía alimentaria de las comunidades indígenas y campesinas del país a partir del conocimiento y prácticas tradicionales (Sánchez y Romero, 2017).

Siendo muy importante el papel que juega la producción campesina debido a los conocimientos sobre suelos, agronomía, botánica, aunado a las prácticas y tecnologías tradicionales, que además se ha desvalorizado, por eso la importancia de estudiarlos y conocer las ventajas que tienen los sistemas de cultivo tradicionales sobre las prácticas convencionales, debido a que sus principios se encuentran muy ligados a la Agroecología, por tanto, no alteran el agroecosistema de manera irreversible (Martínez, 2008).

En México la producción de maíz en el año 2018 fue de aproximadamente 27, 169,400 toneladas, representando alrededor del 60 % del total de superficie sembrada, siendo este el principal cultivo en el país (SIAP, 2019). Además de ser la base de la alimentación de los mexicanos, se considera una especie nativa y de fuerte tradición agrícola, culinaria,

económica y social. Es considerado un cultivo tradicional de temporal, y se combina con otros cultivos. Considerando su importancia culinaria, es utilizado para una diversidad de preparación de alimentos que varía de región en región y además en algunas regiones contribuye de manera significativa a la economía familiar ya que se puede destinar principalmente al autoconsumo (Vidal *et al.*, 2017).

Sin embargo, los sistemas campesinos por años han estado bajo presiones externas que buscan su modernización tecnológica, además de los cambios de clima que afectan su ciclo fenológico, no obstante, los campesinos han generado estrategias de resistencia para la sustentabilidad de sus sistemas.

Con base en lo anterior, el objetivo del trabajo fue analizar el grado de sustentabilidad del agroecosistema maíz dentro de lo que se conoce como producción campesina. Se compararon dos sistemas de manejo: el policultivo y el monocultivo, en Tehuatzingo, municipio de Libres en el estado de Puebla.

### **1.1. Planteamiento del problema**

En México durante la década de los setenta, se incentivó la producción primaria debido a que la seguridad alimentaria era parte de las prioridades del Estado, lo que explica que la presencia del Estado era más fuerte para este sector que en otros; además, se impulsó una época de auge y de incentivo para el crecimiento económico del país, que con la apertura del mercado internacional, a partir de crisis institucionales como el pacto de Bretton Woods, repercute principalmente en el sector rural. Por otra parte, “a esta apertura comercial se le añaden otras exigencias del nuevo capital, como lo son la supresión de complejos compromisos sindicales o de normas ecológicas, que significan costos adicionales para la empresa” (Fritscher, 2002).

El capital es cambiante, y va invirtiendo para generar mayor ganancia donde encuentre las condiciones necesarias para desarrollarse; en el caso de la agricultura depende de los suelos, climas, estaciones, agua, etc., así que no solo basta tener a su favor normas ecológicas, mano de obra barata, mercados abiertos y desregulados, sino que también elementos naturales que favorezcan a la producción teniendo en cuenta las ventajas comparativas, es así como conviene la reconversión hacia cultivos que generen un mayor ingreso, sobre todo enfocados a alimentos en base a dietas occidentales, como lo es la empresa hortofrutícola dejando a un lado alimentos básicos como el maíz para el caso de México (Fritscher, 2002).

En el país se ha desarrollado una política asistencialista en forma de becas o despensas, mientras que el incentivo a la producción se ha dejado de lado, esto a partir de los compromisos firmados mediante negociaciones internacionales, tal como la Ronda de Uruguay del Acuerdo General de Tarifas y Comercio (GATT), ahora Organización Mundial del Comercio (OMC), que a partir de la década de los noventa ha venido presionando a los gobiernos para que reduzcan los subsidios a la producción agrícola para promover el libre mercado (Barkin, 2002). En este proceso los campesinos han quedado marginados y han perdido su capacidad productiva.

En la actualidad el campo vive un proceso de des-agrarización, debido a las múltiples actividades que están teniendo auge en el espacio rural, a causa del impulso de políticas públicas internacionales que obedecen a actividades con una ventaja comparativa, es algo que se generó desde la economía clásica con Adam Smith, quién planteaba que al incrementarse la producción y por ende la competencia, se generaría una mayor división del trabajo, que traería consigo avances tecnológicos y como consecuencia un mayor crecimiento económico (Llambí y Pérez, 2007).

En la actualidad la tierra dejó de ser vista como la proveedora de alimentos básicos, se destina cada vez más a la producción especializada para su exportación, ejemplo de ello son frutas y hortalizas, por lo que en zonas de tradición maicera se está perdiendo la seguridad alimentaria, además estos nuevos cultivos requieren de mayor uso de fertilizantes y biocidas, así como semillas híbridas, que son un negocio para la agroindustria, además del grave problema de contaminación, tanto de suelo, agua, aire, etc., lo que también incide en la salud de la población (Teubal, 2001). Por esta razón es importante de estudiar zonas que aún conservan cultivos nativos con destino para el autoconsumo principalmente, y de haber un excedente lo destinan al mercado local, fomentan la seguridad alimentaria de la región.

Así también Llambí y Pérez (2007) hacen una diferenciación entre campesinos y capitalistas, a lo cual mencionan que la agricultura campesina es una unidad de producción administrada por un hogar rural y trabajada por miembros de la familia, mientras que una unidad de producción capitalista es una empresa con capital privado que contrata mano de obra asalariada. Es así como identifican al hogar y no al individuo como centro de estudio, tal es el caso de las economías campesinas, pues la finalidad de estas no es la producción para generar ganancia, a lo cual la economía denomina “fallas de mercado”, es decir mercados incompletos, debido a procesos que no se consideran dentro

de los lineamientos de esta, sino más bien de satisfacer sus propias necesidades, lo cual contribuye a la seguridad alimentaria de las familias locales.

En cuanto a la repercusión ambiental, la agricultura familiar (AF) campesina es menos degradante en comparación con la producción capitalista o agroindustrial, debido a que es minifundista, basada en el trabajo familiar, y destinada básicamente al autoconsumo. Es un factor clave para promover el desarrollo sustentable, ya que bajo este sistema se produce la mayor parte de los alimentos básicos que se consumen en la canasta básica, al menos para los países latinoamericanos (Aragao y Almada, 2016).

A pesar de las ventajas que tiene la AF, enfrenta algunos problemas; la presión del modo agroindustrial donde se ha introducido el manejo químico para el aumento de rendimientos en la producción, lo que ha ocasionado pérdida de biodiversidad, contaminación del agua, erosión de suelo, etc. Lo anterior se refleja en bajos rendimientos, causando efectos sociales como la migración y desagrarización en el campo mexicano.

Ante este panorama actual se planteó este estudio con las siguientes preguntas: ¿bajo el contexto actual de la agricultura campesina, el agroecosistema maíz sigue siendo sustentable? y con base en las tres dimensiones de la sustentabilidad, ¿qué prácticas tecnológicas y sociales la fortalecen?

## II. ANTECEDENTES

La agricultura familiar (AF) campesina se encuentra ligada a la producción de alimentos en el mundo representando hasta 80 % de la producción, lo cual incide de manera directa en la seguridad alimentaria, tema fundamental para el impulso del desarrollo sustentable.

Además, se caracteriza por producir en pequeñas extensiones de tierra, en el caso de México la extensión es menor a dos hectáreas, emplea principalmente mano de obra familiar, y cada uno de los miembros juega un papel principal (Sabourin *et al.*, 2015; Orsini *et al.*, 2018).

Ayala y García (2009) mencionan que los sistemas de policultivos son recurrentes entre la agricultura campesina, pero dentro de los productores indígenas 58.2 % siguen vinculados al sistema tradicional de siembra de maíz con la asociación de calabaza y frijol, ocasionalmente se realiza con haba u otra leguminosa. En el caso de las comunidades no indígenas sucede lo contrario: existe una tendencia hacia el monocultivo.

A pesar de que la autosuficiencia alimentaria depende de los pequeños productores agropecuarios que son mayoría en nuestro país, (específicamente del maíz) existe un déficit en el abastecimiento de este grano y aunque hemos vivido aumentos en la productividad de este cultivo, han sido insuficientes para atender la demanda total del grano, a lo que podemos agregar que “el maíz representa la mitad del volumen total de alimentos consumidos cada año, y proporciona a la población cerca de la mitad de las calorías requeridas” (Massieu y Lechuga, 2002).

Para entender la situación actual nos remontamos desde la consolidación del campo mexicano, el cual inicia con el reparto y restitución de tierra en la década de los años 30's del siglo pasado, como resultado de la Revolución Mexicana a favor de los pueblos y comunidades que no contaban con los suficientes medios para sembrar. “Hasta antes de la Revolución de 1910, alrededor de 97 % de la tierra era poseída por unas 830 personas o corporaciones” (Villa Issa, 2008); de acuerdo a Gustavo Esteva (1990) “menos de 1 % de la población poseía más del 90 % de la tierra y más del 90 % de la población rural carecía de todo acceso a ella”. Por lo que el proyecto de desarrollo cardenista “comprendía una reestructuración económica de la organización campesina y el ejido sería el eje del nuevo orden rural” (Appendini, 2010).

La reforma agraria en México permitió el desarrollo e inversión de capital en el sector rural (caminos, infraestructura de riego, créditos, etc.) es así que a partir de los años cuarenta hasta los sesenta del siglo pasado el país experimentó un crecimiento económico. Algunos autores resaltan que gracias a la reforma agraria se permitió una consolidación entre el campo y la ciudad, se implementó además el modelo de sustitución de importaciones, por lo que se daba prioridad a lo que se producía internamente, así como a las exportaciones de materias primas y bienes de consumo básico (Appendini, 2010).

A partir de la década de los setenta, el ritmo de producción agrícola cayó a menos de la mitad. Ante esta situación, el Estado mexicano aumentó su intervención y los recursos públicos destinados a este sector, además durante esta década se dio el último impulso al reparto de tierras para incentivar la producción de cultivos básicos y superar la fase de estancamiento, aunque a la par se vivió un proceso de industrialización que redujo las poblaciones rurales de 65 % a 42 % del total (48 millones) (Villa Issa, 2008).

Durante este período hubo una creciente presión campesina, por lo que las políticas públicas para el agro giraban en torno a la autosuficiencia alimentaria y a demandas campesinas (Esteve, 1990). Aunado a esto, se incrementaron los precios de garantía y préstamos para la compra de fertilizantes y semillas (Villa Issa, 2008), este proceso de intervención estatal culminó hacia 1983, debido a la crisis macroeconómica de finales de 1982, que marcó el inicio de la política neoliberal para el agro mexicano; además, provocó un incremento en el déficit de alimentos y la inflación, lo que a su vez empeoró el ingreso rural.

A raíz de esta crisis se obligó a detener y concluir la repartición de la tierra con el fin de evitar el minifundismo y de pedir eficientar la producción (ventajas comparativas) haciendo a un lado el intervencionismo estatal y la protección comercial. En este sentido “se concibe al sector empresarial extranjero como el motor de arrastre de la transformación productiva, mientras que el capital nacional cobra el papel de socio menor” (Rubio, 1997). Por último el desempleo rural previsto sería resuelto mediante la generación y el incentivo de otros sectores de la economía tal como el secundario o terciario. De esta manera, las bases para abandonar una política de autosuficiencia alimentaria se sentaron en 1986, con la entrada de México al GATT (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercios), y de esta forma pasar a hablar de soberanía alimentaria.

En México hubo un parteaguas en el sector agrícola, a partir del período del presidente Salinas de Gortari (1988-1994), el primer factor fue la reforma al artículo 27 de la Constitución mexicana (1992), con el objetivo de finalizar la repartición de tierras y de promover la venta o renta de las mismas mediante la atracción de inversiones. Es así como se implementa Procede en el año 1993, un programa para la regularización y certificación parcelaria. De esta forma se preparaba al campo mexicano para este nuevo periodo de globalización.

Aunque no se cumplieron del todo las expectativas en cuanto a la comercialización de tierras, dado que el número de personas registradas como ejidatarios o comuneros aumentó en más de 900,000 individuos entre los censos ejidales de 1991 y 2007. Lo cual también se debe a que con La Reforma Agraria de 1992 se reconocen nuevos sujetos agrarios, aunque gran parte son familiares de ejidatarios que no tenían un reconocimiento legal hasta antes de la Reforma. Pero también existe una estrategia campesina para conservar la tenencia de la tierra debido a algunas características que Appendini (2010) menciona basadas en la Encuesta Nacional a Hogares Rurales de México (2002) en el que, “los hogares rurales tienen menos probabilidad de dar en renta su tierra cuando el jefe de hogar es hombre (en edad activa), cultiva maíz, es indígena, la familia cuenta con algún activo y se ubica en una región geográfica distinta al noroeste del país”.

Cabe resaltar que para 1990 habitaban 81 millones de mexicanos, mientras que la población rural continuaba decreciendo y representaba el 29% del total (Villa Issa, 2008). Como parte del proceso de liberalización, el cual culminó con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), donde las políticas gubernamentales transitaron de una fuerte intervención estatal hacía un modelo neoliberal el campo sufrió cambios definitivos (Yúnez, 2010). A pesar de la situación, existe una evidencia empírica que después del TLCAN aumentó la producción nacional de cultivos básicos, lo que nos indica que no se ha cumplido con las expectativas de las reformas que la producción de cultivos básicos se reduciría. En este sentido resalta el cultivo de maíz, donde la producción del grano ha crecido continuamente, a pesar de que los precios para el productor mexicano han decaído.

Además de que no se cumplieron las promesas esperadas de la Reforma veinte años después (2010), en el sentido de que no hubo una reorientación hacía cultivos redituables, tampoco ha aumentado de manera sustancial el número de las parcelas agrícolas, ni las facilidades de créditos para la capitalización de los productores, así como atraer

inversiones en términos generales, “el objetivo era revertir la tendencia negativa del sector y prepararlo para la globalización económica” (Villa Issa, 2008).

Dyer (2010) afirma que la persistencia del cultivo de este grano básico se debe a la cultura del maíz, es decir se sigue cultivando a pesar de las políticas de liberalización económica; en otras palabras, que los precios de los productos se fijan a través del mercado y de las leyes que apoyan a nuevas actividades en el campo mexicano, tal como la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS). Por lo tanto, lo que se esperaba es que el país aprovechara sus ventajas comparativas y tal vez los campesinos cambiaran de giro a favor de los vegetales y las frutas. Mediante el descenso de los precios de los granos básicos se previó que aumentaría la actividad pecuaria también. Ante esta situación se creía que la emigración rural aumentaría y en conjunto con la modificación al artículo 27 incentivarían la inversión extranjera y el crédito privado al campo (Yúnez, 2010).

La situación actual para el agro mexicano se refleja en la disminución del costo del maíz para los productores, asimismo un aumento en las importaciones de cultivos básicos, lo que contrasta con las expectativas planteadas por el TLCAN es que la producción mexicana de algunos de ellos no se haya desplomado. Por el contrario, se nota un aumento en el volumen de la producción, sobre todo destaca la de maíz que ha sido constante desde 1980-2006. Al mismo tiempo la oferta de cultivos competitivos como frutas y hortalizas ha crecido desde 1980 tal como se esperaba (Yúnez, 2010).

En general, vemos que, ha crecido la balanza comercial del país, por un lado los cultivos no competitivos (maíz) han aumentado sus importaciones. Tan solo del año 2013 a 2016 aumentaron las importaciones en 2.3 millones de toneladas de maíz (Rubio, 2019). Mientras que las exportaciones de los cultivos competitivos y con ventajas comparativas se han incrementado.

Algo característico de México es la diversidad de unidades de producción, de modo que encontramos, las comerciales, gran parte con predios medianos y grandes de buen temporal; por otro lado unidades campesinas que producen principalmente para el autoconsumo y que utilizan mano de obra familiar, lo que caracteriza a estas unidades familiares es la diversificación de las actividades económicas que realiza así como las de su fuente de ingresos.

En este sentido es posible que la caída de los precios de los granos básicos pueda influir de diferente manera en cada uno de estos dos sistemas expuestos. Una forma de

comprobarlo es mediante la revisión del total de superficie sembrada en temporal y en riego; lo que se ha observado es que: “desde 1980 los productores con tierras de temporal las han dedicado en su mayor parte al cultivo de maíz. Esto sugiere que ha persistido la producción campesina de maíz a pesar de las reformas” (Yúnez, 2010).

A partir de los últimos años (2014-2016) se inicia una desvalorización en los precios de los granos básicos, los cuales no son regulados por el mercado si no por grandes empresas que imponen las reglas de comercialización. Además el precio del petróleo también disminuyó en este periodo, lo cual significó para los países productores como México una recesión económica debido que 30% del presupuesto público en 2014 provenía de la venta de petróleo, mientras que países desarrollados se benefician de los bajos costos de los hidrocarburos, sobre todo para la producción agrícola basada en el uso de fertilizantes químicos, que para los productores mexicanos no se ha reflejado beneficio alguno ya que el precio de los insumos no disminuye, dado la devaluación del peso también en este periodo (Rubio, 2019).

A partir del 2014, se refleja más claramente la disminución en el precio del maíz, por lo que se convierte en una de las causas para la importación de maíz, tan solo en del ciclo 2013-2014 al 2015-2016 incrementaron en 2.3 millones de toneladas, lo que representó un aumento de 140%. Tan solo en el año 2012 la producción interna de este grano abasteció 70% del consumo nacional y el otro 30% se cubrió con importaciones (Rubio, 2019), a pesar de ser un país productor y cuna del de este cultivo, proteger la diversidad de especies no ha sido interés del Estado, sino más bien los que insisten en protegerlo han sido los campesinos, a pesar de que su producción “no es negocio”.

Lo que confirma que en México además de existir una gran heterogeneidad de los sistemas de producción debido a la diversidad orográfica y de climas, también encontramos una polarización entre los campesinos y productores que si cuentan con incentivos para la producción y exportación, mientras que los apoyos no llegan a los pequeños agricultores.

Es interesante saber que los campesinos siguen cultivando maíz sobre todo variedades criollas a pesar de que el precio se encuentra por debajo de la referencia internacional, “y, sin embargo, se sigue sembrando, aun superando las extensiones plantadas en los mejores años de antaño” (Barkin, 2002). Lo que les permite mantener y asegurar la calidad de sus alimentos, mientras que muestran su agilidad para adaptarse a los cambios en su entorno,

además de que se encuentra ligado a la vida, la cultura, la fiesta, costumbres, la variedad gastronómica y el sustento diario.

“La agricultura es definida como un proceso de producción en donde el hombre aplica sus conocimientos y habilidades para transformar la naturaleza”, en el transcurso el productor proporciona las condiciones óptimas a las plantas y animales para fines productivos y de esa forma satisfacer sus necesidades (Cruz, 1994).

Para entender los actuales problemas de manejo y producción en el campo mexicano debemos remontarnos en lo que fue la Revolución Verde (RV) en los años 60's del siglo pasado, la cual tuvo como finalidad un incremento en la producción basada en grandes extensiones y el uso de alta tecnología, quizá algo que parece sencillo pero ha implicado radicales cambios, sobre todo en el manejo, y la pérdida de fertilidad en la tierra (Ceccon, 2008).

Durante la primera etapa de la RV, los cambios fueron notorios y al mismo tiempo eufóricos debido al rápido crecimiento en los rendimientos productivos de cultivos como el maíz, frijol y trigo. Mediante dicha bandera se aceptó como fundamental en el desarrollo de la agricultura nacional la extensiva adopción de tecnología proveniente de Estados Unidos. De igual forma, se aprobó una amplia red de promotores que junto con el sistema de crédito hizo presión a los productores para introducir las innovaciones agrícolas, asimismo la industria de los fertilizantes tuvo grandes incentivos y facilidades todo esto para fortalecer este tipo de agricultura capitalista (Hernández, 1998).

El mercado mundial de agroquímicos tiene fuertes intereses económicos, es así que a partir de la RV grandes empresas químicas transnacionales comenzaron a absorber pequeñas empresas familiares que trabajaban en diferentes países del mundo (Teubal, 2001).

En un país como México que tiene una cultura agrícola y un conocimiento de arraigo campesino e indígena, ha llevado a una pérdida en esa identidad, puesto que las técnicas de producción han ido cambiando en aras de tan anhelada e impuesta idea de “modernización”. En este sentido Sevilla Guzmán (2013) menciona que “los logros generados en términos de bienestar material se han visto acompañados por formas crecientes de degradación social, para la mayor parte del planeta; y ecológica, para los recursos naturales”.

Con esto vienen diversos problemas que afectan actualmente al campesinado: se tiene alta dependencia de insumos agroindustriales, se está abandonando la tecnología tradicional, tal como la tracción animal que ha venido sustituyéndose por maquinaria, de manera que este sistema trae consigo consecuencias como la compactación de la tierra, erosión y exterminio de la vida en el suelo, pérdida de materia orgánica y de biodiversidad, así como contaminación de mantos acuíferos, y desequilibrio en el ecosistema, pero esta idea de desarrollo a costa de los factores bióticos y abióticos ha sido construida desde occidente como parte de lo que es la ciencia, y el conocimiento campesino e indígena, generador por siglos de prácticas sustentables y encargado de la conservación de las mismas ha sido sustituido por el conocimiento científico.

La domesticación de animales data de culturas antiguas y puede situarse desde hace 14,000 años. En México, los animales considerados de trabajo, como el toro, asno, caballo y mula, fueron introducidos junto con el arado por los españoles en el Siglo XVI para el beneficio de sus explotaciones, y a pesar del incremento de la mecanización agrícola en los últimos años, el uso de arados de tracción animal aún sigue vigente en la agricultura campesina y se ha desarrollado a lo largo de 500 años (Cruz, 1994).

En la actualidad, la agricultura industrial se encuentra orientada a obtener mayores rendimientos, dando como resultado el reemplazo de la mano de obra por una fuerte mecanización. Lo cual ha conducido inevitablemente a plantaciones en monocultivo, y posteriormente a la aplicación de fertilizantes químicos que cedieron al desplazamiento de prácticas laboriosas tal como la utilización de estiércol, diversificación o rotación de cultivos que mediante su uso se puede amortiguar la presencia de plagas. Además el uso de sustitutos químicos cada vez es mayor debido a la desaceleración de los rendimientos; dicha problemática es consecuencia de la búsqueda de mayores ganancias (Rosset, 1998).

México es considerado un país megadiverso, multicultural, centro de origen y diversificación genética, además de conservar los recursos naturales que se encuentran dentro sus territorios han sido los encargados de domesticar el 15.4 % de las principales especies que constituyen el sistema alimentario mundial; tan solo tenemos el maíz, jitomate, frijol, calabaza, chayote, nopal, amaranto, chíá, huauzontle, y muchas otras más. Por lo que existe una gran responsabilidad como ciudadanos de este país; conservar y custodiar las líneas genéticas originales: “de hecho la influencia de Mesoamérica se deja sentir en el campo mexicano. Hoy día se cultiva en la mitad del suelo agrícola de México estas especies y variedades mesoamericanas” (Boege, 2009).

La importancia de conservar los recursos naturales pero sobre todo la agrobiodiversidad domesticada por los pueblos indígenas es de gran relevancia, debido a que somos zona de origen de un grano que es parte fundamental en nuestra vida: el maíz. La frase “somos hijos del maíz” va más allá de la cuestión alimentaria sino que también implica la veneración y respeto a la *madre tierra* por su cobijo, es cultural porque alrededor del maíz se tienen fiestas, rituales y la tan variada gastronomía. “Según la FAO, a lo largo del siglo XX se han perdido tres cuartas partes de las especies vegetales que habitaban la tierra. Este factor es vital para el mantenimiento de la seguridad alimentaria y agropecuaria (Teubal, 2001).

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. La Agroecología

La tendencia predominante actual de la ciencia es la especialización del conocimiento, surgen entonces nuevas propuestas epistemológicas que buscan la integración de las ciencias naturales con las sociales y humanas, el ejemplo que aportan Toledo *et al.* (2009) en el estudio de los problemas ambientales, donde con el paso del tiempo se concluye que sólo se pueden proponer alternativas y soluciones si se analizan de forma integral. De esta manera surgen las ciencias híbridas, tal como la Agroecología, que es una unión entre la Ecología y la Agronomía.

El término nace a finales de los años setenta para dar respuesta a las primeras problemáticas ecológicas que se manifestaron en el campo, pero en sí el conocimiento en el que se basa estuvo guardado por las comunidades campesinas a través de la historia, la práctica, la cultura, entre otros, y dichos saberes fueron retomados para la constitución de este enfoque multidisciplinario (Guzmán *et al.*, 2000).

La Agroecología puede definirse como la disciplina científica que enfoca su estudio a la agricultura de una forma ecológica, de modo que promueve la biodiversidad, la conservación, y el mejoramiento del agroecosistema (Altieri y Nicholls, 2000). Es además una ciencia que propone soluciones y alternativas a los problemas actuales en el agro, en donde no solo se trata de reemplazar insumos si no que es parte de un nuevo paradigma para desarrollar, integrar y mejorar las prácticas que respondan a principios (Guzmán *et al.*, 2000).

La Agroecología integra una vertiente ambiental, económica y social. En lo que respecta a la dimensión social busca crear relaciones más justas lo que implica promover una distribución equitativa. Desde el punto de vista político-social y también económico busca la seguridad y soberanía alimentaria, que como país es de gran importancia garantizar la demanda de la población pero como nación es de mayor importancia ser autosuficiente en la producción de alimentos inocuos. Dicha disciplina incluye un enfoque holístico y sistémico, un sistema que se ayuda de otras disciplinas y además incentiva la participación de los agricultores, es decir, se les ve como sujetos de acción no como objetos (Sarandon, 2014).

La dimensión económica fomenta el uso de insumos locales o regionales, es decir plantea eliminar la dependencia de insumos externos. Además de que se busca un beneficio real para los campesinos, no sólo en términos monetarios sino para complementar su canasta básica, y así mejorar su alimentación. En lo que refiere al ámbito ecológico busca la integración de todos los componentes del agroecosistema y su óptimo aprovechamiento, así como la conservación de los recursos que en él se encuentren (Sarandon, 2014).

La Agroecología “tiene por objetivo el conocimiento de los elementos y procesos clave que regulan el funcionamiento de los agroecosistemas. Además, establece las bases científicas para una gestión eficaz, en armonía con el ambiente, propone el diseño de modelos de gestión agraria basados en un enfoque ligado al medioambiente y socialmente más sensible, centrados no únicamente en la producción, sino también en la estabilidad ecológica de los sistemas de producción” (Sans, 2007).

Desde el punto de vista de Rosset (1998), la Agroecología va más allá de la simple aplicación o sustitución de productos que ayuden a desarrollar un agroecosistema integral y poco dependiente de insumos externos, si no que se enfoca en erradicar los problemas de raíz con prácticas más esenciales como la regeneración del suelo y el diseño de sistemas agrícolas complejos, en los que la interacción de los elementos biológicos con los ecológicos reemplacen la aplicación de insumos, debido a que crearán las condiciones para mantener la salud y fertilidad del suelo.

La Agroecología actualmente representa una alternativa que se basa en los sistemas alimentarios tradicionales, y que exige la producción de una forma sana y limpia que no enfermen más al planeta ni al ser humano, así como nuevas formas de organización para llevar a cabo un comercio justo y consumo responsable (Toledo, 2016).

### **3.2. El agroecosistema**

El pionero en introducir el concepto de agroecosistema en México, fue Efraím Hernández Xolocotzi en el año de 1977. Él lo definió como un ecosistema modificado por el ser humano en cualquier grado, ya sea menor o mayor con el fin de realizar una producción agrícola, fue un gran aporte para futuros trabajos ya que sirvió para entender los flujos que se establecen dentro del agroecosistema y la relación que tienen con otros (Casanova *et al.*, 2016).

Un agroecosistema es un ecosistema artificializado por el hombre; es un sitio de producción, constituido por dos grandes componentes, que son entradas y salidas. En las entradas se incluyen las energías de cualquier tipo, la precipitación, semillas de los cultivos, insumos agrícolas como biocidas, fertilizantes, sol, aire, agua, suelo, entre otros, mientras que en las salidas nos referimos a todo lo que se encuentra al final de un proceso: cosechas, desechos orgánicos o lixiviados. La diferencia con un ecosistema natural se debe a que el agroecosistema se ve alterado por las acciones del ser humano tanto en sus elementos bióticos que son organismos vivos que interactúan con el ambiente como en sus elementos abióticos que son las distintas condiciones ambientales que recaen en él, lo que significa que estas interferencias antropogénicas provocan alteraciones en las diversas relaciones que se generan en el mismo (Gliessman, 2002).

Se habla de agroecosistema como un concepto para describir una unidad de producción de alimentos y servicios que son requeridos por la sociedad, mediante la adaptación, intervención y transformación de la naturaleza se lleva a cabo. Son también históricamente determinados, dinámicos, es decir han derivado de continuos cambios, y se encuentran en constante modificación (Platas, 2017).

En los agroecosistemas el ciclaje de nutrientes no es aprovechado por completo ya que cuando se cosecha, la mayor parte de estos son extraídos y no reincorporados de manera sostenible, además de que se pierde la cobertura vegetal y hay una pérdida de nutrientes a través de volatilización o lixiviación que genera una aceleración en el empobrecimiento de los suelos. Gliessman (2002) se refiere a los ciclos de nutrientes en los agroecosistemas como un sistema abierto ya que requiere reincorporación externa de éstos para mantener la estabilidad y por ende es altamente dependiente de un control humano.

Debido a la pérdida de nutrientes en los agroecosistemas por la salida de energía, la cual difícilmente se repone, actualmente encontramos que son reemplazados por un excesivo uso de insumos externos lo que provoca la perturbación de los hábitats en cuanto a la heterogeneidad de los componentes, lo que causa una fuerte contaminación en mantos acuíferos, en el suelo acaba con la población de bacterias y hongos que tienen como función hacer digeribles nutrientes que ahí se encuentran para la planta (Gliessman, 2002)

Existen grandes diferencias entre los agroecosistemas a los ecosistemas naturales, desde los límites de espacio, ya que en los ecosistemas naturales son mayores mientras que en los ecosistemas que han sido modificados con fines agrícolas, los tamaños son referidos

o equivalentes a los límites de una granja, finca o parcela. Estos en su mayoría no llevan un orden o estructura, generando gran cantidad de desechos.

Podemos decir que la capacidad de recuperación o resiliencia de los sistemas naturales es mucho mayor que la que presentan aquellos ecosistemas que han sufrido la intervención del hombre; por lo que se espera una mayor permanencia temporal de aquellos que no han sufrido alteraciones antropogénicas fuertes. En este sentido la Agroecología debe enfocarse a imitar los procesos biológicos de la naturaleza para ayudar a amortiguar dichas alteraciones, en general, mientras los agroecosistemas son más diversos, estos tienden a ser más estables y más resilientes (Altieri y Nicholls, 2013).

Con lo anteriormente expuesto, queda evidenciada la dependencia que tienen del control humano los agroecosistemas, es ahí donde la Agroecología juega un papel fundamental en búsqueda de la sustentabilidad lo que ayuda al equilibrio entre el todo, aprovechando las interacciones que suceden con los elementos bióticos y abióticos sin alterar para retroalimentar al mismo sistema, garantizando el bienestar de las generaciones actuales y venideras. La finalidad es unir los componentes del ecosistema de tal forma que se mejore la eficiencia biológica y se preserve la diversidad para mantener la producción del sistema y su autorregulación (Sans, 2007).

Las poblaciones de plantas y animales en los agroecosistemas raramente se autorregulan, estas son controladas por los insumos humanos que a menudo dependen de un gran gasto energético. El peligro por el incremento de la población de plagas está siempre presente debido a que el hombre ha intervenido en su intento de controlarlo, sin considerar que al manipular la abundancia de organismos que afectan de manera negativa el rendimiento de sus cultivos también arrasa con aquella fauna que mantenía al margen a este grupo nocivo para el cultivo (Carson, 1960).

Los agroecosistemas pueden ser diseñados de manera similar a los ecosistemas naturales, en este sentido los agricultores tienen un reto muy importante, no solo en términos de diversidad de especies, ciclo de nutrientes o heterogeneidad en el hábitat. El desafío de los agroecosistemas sostenibles es generar una producción óptima para alcanzar una autorregulación y tener una mayor resistencia a plagas y enfermedades, al tiempo que disminuye su efecto negativo sobre los ecosistemas que lo rodean mediante la conservación y retención de suelos, un adecuado manejo de los residuos orgánicos, su utilización para la nutrición sostenible de la biodiversidad (Sans, 2007).

Si se desea mantener agroecosistemas sustentables, seguros y parecidos a los ecosistemas naturales, se requiere disminuir insumos externos como cualquier aplicación química (fertilizantes, herbicidas y pesticidas) y ocupar alternativas orgánicas que aseguren el equilibrio y aumenten la fertilidad, la productividad y la calidad de los cultivos ya que ellos fungen como proveedores de la seguridad alimentaria del planeta, motivo por el cual debemos preservar para asegurar la adecuada alimentación de las generaciones futuras, así que las propuestas que deben tener los nuevos agricultores es desarrollar y mantener un sistema dinámico, equilibrado y evitar las altas perturbaciones, todo esto con el fin de retornar los procesos ecológicos naturales a los ecosistemas antropogénicamente modificados y usados con la finalidad de producir alimentos (Sans, 2007).

Según Gliessman (2002) una agricultura sustentable debería tener el mínimo efecto negativo en el ambiente y no liberar sustancias tóxicas o dañinas a la atmósfera y el agua superficial o subterránea. Así como preservar y reconstruir la fertilidad del suelo y prevenir la erosión. Además hacer un uso racional del agua de tal forma que permita la recarga de los mantos acuíferos, y garantizar el consumo humano y de otros elementos del ecosistema, reemplazar los insumos externos por recursos del mismo agroecosistema con un mejor ciclo de nutrientes, adecuada conservación y amplio conocimiento ecológico.

### **3.3. Sustentabilidad**

La sustentabilidad es definida como la capacidad de mantener a través del tiempo los propósitos de la producción agrícola en presencia de equilibrios ecológicos en un agroecosistema (Altieri y Nicholls, 2000). La palabra sustentable deriva del latín *sustinere*, es decir que puede sostenerse a largo plazo, el concepto además integra los esfuerzos y las medidas necesarias para lograr el desarrollo o un beneficio social en este lapso (Rigby y Cáceres, 2001).

El concepto de sustentabilidad toma en cuenta las diferentes entradas y salidas del ecosistema, pero lo más importante es que debe ser analizado de acuerdo al contexto social que se esté estudiando para generar alternativas (Masera *et al.*, 2000).

La finalidad de la sustentabilidad consiste en la búsqueda de formas en que las personas puedan seguir viviendo en este mundo sin afectar su futuro, ni comprometer a las generaciones venideras, es así como debe darse una relación de armonía entre la sociedad

y la naturaleza (Gutiérrez *et al.*, 2008). Por tanto, se encarga de las interrelaciones que se construyen entre el entorno, la naturaleza y la sociedad (Daza, 2009).

La sustentabilidad abarca tres aspectos (económico, social y ambiental), debido a que es necesaria la integración de dichos ámbitos para dar solución y mejora de condiciones como la calidad de vida de las personas, mantener el equilibrio del medio ambiente, y asegurar la producción sin afectar a las generaciones futuras (Foladori y Pierri, 2005).

Para hacer operativo el concepto de sustentabilidad según Masera *et al.* (2000) se requiere un esfuerzo teórico y práctico para cumplir con el abastecimiento de las necesidades básicas de una población, además del cuidado del entorno socioambiental, cultural, el de igualdad y equidad, desde una visión de conservación de los recursos existentes y estrategias según la escala del proyecto, ya sea local, regional, nacional, etc.

### **3.4. El sistema milpa**

La palabra milpa viene del vocablo náhuatl *milli* que significa parcela sembrada y *pan* cuyo significado es encima, lo cual refiere a campo cultivado. Este sistema de diversificación en la producción de alimentos data de tiempos prehispánicos y se ha mantenido hasta nuestros días mediante el cuidado y respeto hacia la naturaleza (Sánchez y Romero, 2017).

El cultivo de la milpa fue la base económica y gastronómica de toda la región mesoamericana, conocida además como cuna principal de los centros de origen y domesticación de plantas y origen de la agricultura en el mundo, asimismo florecieron en ella culturas desde la de Occidente, la Azteca así como la Maya, Olmeca, Chinanteca, Zapoteca y otras más, todas ellas compartieron un rasgo en común, la milpa como sistema agroalimentario (Zizumbo y Colunga, 2017).

La milpa es un policultivo agroecológico en donde se conjuga un rico acervo de conocimientos y tecnologías tradicionales que hace uso eficiente de los recursos bióticos y abióticos de la naturaleza a lo largo del ciclo de cultivo. La milpa ha demostrado ser capaz de sustentar la alimentación sana y diversa de grandes poblaciones de manera sostenible (Linares y Bye, 2011).

A la milpa se le identifica como el espacio en donde se siembra el cultivo de maíz asociado a otras especies, entre las que podemos mencionar se encuentran la calabaza, haba, chícharo, frijol, tomate, quelites, forraje, plantas medicinales o flores. El sistema

milpa se cultiva principalmente en superficies pequeñas que van de 0.5 a 1.5 hectáreas promedio por familia (Albino *et al.*, 2017).

En casi todas las regiones de México, la milpa está integrada por cultivos como el maíz-frijol-calabaza, conocida como la “triada mesoamericana”. Aunque varía dependiendo la zona de cultivo con plantas que los mismos habitantes han seleccionado, “sin duda una muestra biológica y cultural de nuestro país” (Linares y Bye, 2015), es así como el manejo de la milpa de acuerdo a las diferentes razas del maíz, el mejoramiento y selección de las mismas ha favorecido a la diversidad del sistema.

Asimismo en la milpa crecen arvenses comestibles como “quelites”, en total se han identificado 127 especies herbáceas nativas que interactúan en este sistema, además de plantas medicinales, frutales, entre otras. Aunque con exactitud no se sabe cuántas especies conviven en el sistema milpa ya que no se cuenta con un inventario nacional (Linares y Bye, 2015).

La domesticación de plantas, se refiere al proceso evolutivo que existe gracias a la selección y manejo humano sobre estas, dicho proceso significó para las plantas la dependencia al manejo artificial y la diversidad de alimentos que forman parte del sistema alimentario mundial, del cual el 90 % están conformado por menos de 120 especies de plantas, mientras que los centros de origen se caracterizan por la presencia de parientes silvestres que intercambian su genética con las especies domesticadas, como es el caso del maíz para la región de México (Boege, 2008).

Los pueblos indígenas en México –como país de origen y diversificación genética-, además de conservar los recursos naturales que se encuentran dentro sus territorios han sido los encargados de domesticar 15.4 % de las principales especies que constituyen el sistema alimentario mundial; tan solo tenemos el maíz, jitomate, frijol, calabaza, chayote, nopal, amaranto, chía, huauzontle, y muchas otras más, por lo que se necesita conservar las líneas genéticas originales. En ese sentido el papel de los campesinos y pueblos indígenas es indispensable por que han sido ellos los encargados de domesticar y diversificar distintas razas así como cientos de variedades de maíz y otras especies comestibles (Boege, 2009).

Los campesinos juegan un papel muy importante y es que no sólo sustentan la cultura sino también la agrobiodiversidad; además, tienen la capacidad de alimentar “Y en la milpa, como siembra y como paradigma, está la clave de la regeneración no sólo del agro sino

del país. Pero también ésta práctica ancestral ha sido degradada. La milpa es un cultivo en peligro de extinción” (Bartra, 2017).

### **3.5. El monocultivo**

Este sistema se refiere a la siembra de un solo cultivo, principalmente se enfoca la producción industrial, donde la mano de obra se reemplaza por maquinaria para incrementar la eficiencia así como los rendimientos y ganancia, a la vez que crea una dependencia a la compra de semillas, fertilizantes, plaguicidas o herbicidas. “En muchas partes del mundo el monocultivo de productos para exportación ha reemplazado a los sistemas tradicionales de policultivo” (Gliessman, 2002).

La especialización del monocultivo presenta una estructura pobre en la relación de cada uno de los componentes del agroecosistema, los ciclos de materiales y desperdicios cada vez son más abiertos, debido a que se vuelve difícil incorporar nuevamente los nutrientes a la tierra, al mismo tiempo que dependen de una sola especie que lo hace más susceptible a plagas y otras limitantes biológicas. Esto provoca el uso indiscriminado de productos sintéticos desplazando la energía humana y animal mediante el elevado uso de tecnología y combustible fósil, creando fuerte dependencia de insumos externos (Altieri, 1991).

La agricultura industrial a comparación de la tradicional, especializa la producción para obtener mayores rendimientos, generalmente son grandes extensiones de monocultivo y las consecuencia que este tipo de producción acarrea son desastrosas para el medio ambiente; se sabe que reduce la diversidad genética de las especies y sus variedades; además, contamina suelo y mantos acuíferos y destruye el tejido social que por muchos años ha ayudado a la preservación de los recursos (Boege, 2008).

El modelo de producción especializado ha sido incapaz de satisfacer las necesidades de la población mexicana además de que es incompatible con la realidad ecológica del país, debido a que este modelo tecnológico demanda tener una topografía plana, suficiente cantidad de agua aunada a una superficie extensa de terreno para que la producción sea redituable. Dicho modelo es una de las principales causas de pérdida y destrucción de los ecosistemas (Toledo *et al.*, 1993). La pérdida directa de agrobiodiversidad puede repercutir directamente en la reducción de la seguridad alimentaria nacional y mundial, ya que es imposible que pueda garantizar una producción sostenida de alimentos (Boege, 2008).

El cultivo de maíz en México ocupaba un 62% de la superficie cultivada (Saad, 2004). Representa además, el grano básico de la dieta de los mexicanos, y originalmente se cultivó mediante el sistema milpa lo que también significa que es una vez y media más productivo que el monocultivo de maíz, el cual no se apega a los principios agroecológicos (Linares y Bye, 2011), ya que es un sistema dependiente de los energéticos fósiles debido a que demanda el uso de agroquímicos y maquinaria para facilitar su manejo y de esa forma aumentar su productividad y ganancia económica, dejando de lado consideraciones ambientales, culturales, sociales (Sánchez y Romero, 2017).

### **3.6. Autosuficiencia alimentaria**

La FAO (2010) define la autosuficiencia alimentaria como la capacidad de producir la mayoría de los alimentos que una nación o un hogar necesita para satisfacer sus necesidades alimentarias, generalmente suele ser un objetivo de las políticas públicas de cada nación, tal como lo cita Blanca Rubio (1997) donde a partir del sexenio de Miguel de la Madrid, se abandona el concepto de autosuficiencia alimentaria como objetivo principal de política nacional, y se sustituye por el concepto de soberanía alimentaria, lo cual implica producir lo suficiente para no poner en riesgo las decisiones del país. Y los mecanismos fueron reduciendo apoyos a la producción interna de alimentos mediante la eliminación de créditos y los precios de garantía.

Cabe resaltar la importancia que tienen las comunidades campesinas en la construcción de la autosuficiencia alimentaria, como bien menciona Bartra (2017), el mundo está alimentado por los pequeños y medianos productores, aunque algo sustancial es que “el campo alimente al campo” primordialmente.

Aunque la tendencia actual no está enfocada hacia la autosuficiencia alimentaria sino depender parcialmente de la importación de alimentos, principalmente por la escasez de agua en algunos países donde las prioridades son otras debido también a sus condiciones climáticas, además de que la población va en aumento y al mismo tiempo se reduce la disponibilidad de tierra. El hecho de importar alimentos significa importar agua, por tanto los países que sufren escasez de este líquido vital son dependientes de alimentos según la FAO (2002).

### 3.7. Agricultura familiar

El concepto tuvo sus inicios en Brasil en la década de los noventa, producto de movilizaciones sindicales, además de ser el primer país latinoamericano en promulgar una ley para la AF (Aragao y Almada, 2016). El 2014 fue declarado como “Año Internacional de la Agricultura Familiar” en la Asamblea General de las Naciones Unidas, con el objetivo de crear conciencia internacional y fortalecer proyectos que promueven la AF para la erradicación del hambre y la reducción de la pobreza rural (Salcedo *et al.*, 2014).

La agricultura familiar es un fenómeno complejo, desde ahí se tejen varios factores que sustentan y mantienen parte de la cultura rural, además de que participan en su mayoría los integrantes del hogar, lo cual lo convierte en un lugar de autoempleo para la familia. Su objetivo principal es garantizar la alimentación familiar y en segundo término la búsqueda de ingresos, lo cual no es el único fin. Además se convierte en un lugar de aprendizaje y cimiento para las generaciones futuras garantizando entonces la reproducción campesina. Cabe destacar que este tipo de práctica congenia con los principios de la sustentabilidad y la Agroecología (van der Ploeg, 2014) y al menos en Centroamérica sigue siendo la principal proveedora de granos básicos países (Gómez *et al.*, 2013), lo cual es clave para garantizar la estabilidad social y económica en un país.

En México, se han clasificado dos tipos de AF (Yúnez *et al.*, 2013; Schneider, 2014): *Agricultura Familiar Especializada (AFE)*, se refiere a las unidades de producción que obtienen más del 50% de su ingreso (bruto) total de actividades agrícolas en este caso y la *Agricultura Familiar Pluriactiva (AFP)* son las unidades que adquieren 50% o menos de su ingreso en actividades agrícolas, mientras que el resto proviene de actividades no agrícolas.

#### **IV. JUSTIFICACIÓN**

La población mundial ha crecido y sigue en aumento de forma exponencial; tan solo en el año de 1950 se calculó que en el mundo habitaban 2,600 millones de personas, en 1987 se alcanzaron 5,000 millones, y en 1999 se incrementó a 6,000 millones. De igual forma, doce años después se estimaba un millón más de habitantes. En 2015 la población total fue de 7,300 millones de habitantes (ONU, 2019). Para el mes de diciembre de 2019 se calcula que en el planeta somos alrededor de 7,663 millones de habitantes (Country Meters, 2019).

Ante este escenario se necesitan estimular sistemas agrícolas más productivos que a su vez sean sostenibles para garantizar la alimentación de toda la población, por eso la importancia del trabajo de los productores rurales con áreas reducidas, ellos son los encargados de producir la mayor parte de alimentos en el mundo. En México el cultivo de maíz abarca 65 % de la superficie sembrada con este grano a través de agricultura familiar (CEDRSSA, 2014).

La producción familiar se diferencia de la agricultura empresarial, debido a que tienen como fin la reproducción de la unidad familiar, así como la producción destinada a la subsistencia, primeramente para el autoabasto, y si existe un excedente se destina a la comercialización de donde obtienen sus principales ingresos. Al mismo tiempo que satisfacen sus demandas alimenticias también han incorporado cambios tecnológicos tales como: empleo de semillas híbridas, fertilizantes y agroquímicos, en algunos casos utilizan grandes maquinarias y han logrado aumentar sus rendimientos, lo cual ha influido en la persistencia de este sector, a pesar de que las políticas de mercado internacional no les han favorecido (Chiriboga, 1996).

Pese a que la autosuficiencia alimentaria depende de este grupo de productores, que son mayoría en el país, su principal característica es el aprovechamiento del predio mediante el uso del trabajo familiar, y su principal ingreso proviene de la actividad agropecuaria (Massieu y Lechuga, 2002). Así también, existe un proceso de desagrarización, debido a que la actividad agrícola cada vez es menor, lo cual apunta al empobrecimiento y desaparición de los campesinos (Teubal, 2001).

El panorama actual de la producción mundial de maíz en el año 2017 oscilaba en 1,134,746,667 toneladas, mientras que en México se cosecharon cerca de 28 mil millones de toneladas, lo que representa 2.44 % de la producción total mundial aproximadamente

(FAOSTAT, 2019). Entre tanto, en el estado de Puebla la producción de maíz para el mismo año fue de 1,027,725 toneladas, con un rendimiento promedio de 2 t ha<sup>-1</sup>. En lo que refiere al municipio de Libres para este año se cosecharon 22,700 toneladas de grano de maíz en un área de 8,000 ha, con un rendimiento medio de 2.84 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2019).

La productividad de maíz en el municipio de Libres es relevante en comparación con los rendimientos medios del estado. Además, es importante estudiar los sistemas campesinos tradicionales, pues es allí donde se conserva el conocimiento ancestral, resguardan las variedades de plantas y semillas nativas, conservan algunas prácticas, saberes y haceres ancestrales, y se resisten a las políticas neoliberales por medio de la conservación de sus cultivos. Ante este contexto, es importante conocer el nivel de sustentabilidad de los sistemas de manejo más importantes para la producción de maíz en esta zona con la finalidad de entender el potencial que hay para mantener la producción de este cultivo a través del tiempo para las generaciones presentes y futuras.

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general**

Evaluar la sustentabilidad del agroecosistema maíz en sus dos formas de manejo: milpa y monocultivo, en la comunidad de Tehuatzingo del municipio Libres, Puebla.

### **5.2. Objetivos específicos**

1. Analizar la composición del agroecosistema maíz en sus formas de manejo, milpa y monocultivo, y las fortalezas que promueven la sustentabilidad.
2. Cuantificar los beneficios económicos que genera el agroecosistema maíz por medio de sus formas de manejo milpa y monocultivo.
3. Identificar los beneficios sociales del agroecosistema maíz en sus formas de manejo milpa y monocultivo que contribuyen en la sustentabilidad.

## **VI. HIPÓTESIS**

### **6.1. Hipótesis general**

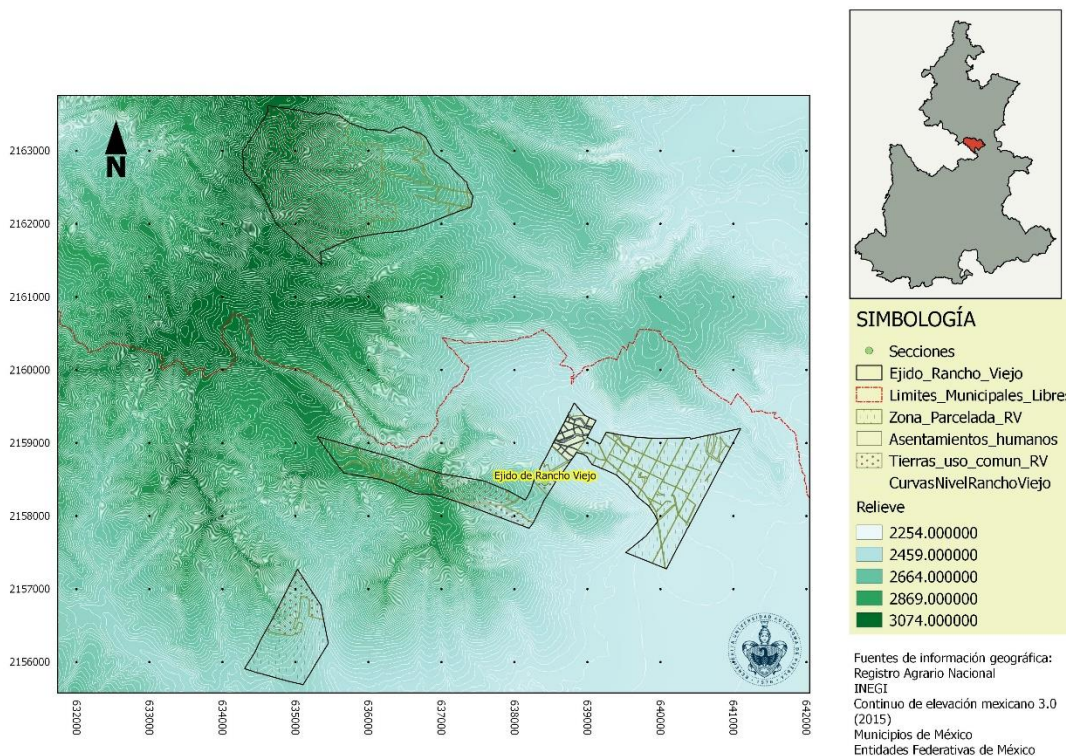
De las dos formas de manejo del agroecosistema maíz, la milpa es más sustentable en comparación al monocultivo, debido a que promueve mayores beneficios ecológicos, sociales y económicos en la comunidad de Tehuatzingo, del municipio Libres, Puebla.

### **6.2. Hipótesis específicas**

1. En el agroecosistema maíz, la milpa genera mayores fortalezas por su composición en los cultivos en comparación al monocultivo.
2. En el agroecosistema maíz, la milpa genera mayores mayores ingresos económicos en comparación con el monocultivo.
3. Los principales beneficios sociales generados en el agroecosistema maíz, son el autoempleo y la autosuficiencia en la producción de maíz, siendo mayores en el sistema milpa que en el monocultivo.

## VII. MARCO DE REFERENCIA

El estudio se realizó en la localidad de Tehuatzingo, pertenece al ejido Rancho Viejo. Este ejido (**Figura 1**) está organizado en cuatro localidades, con un total de 186 ejidatarios, de los cuales 100 pertenecen a la localidad de estudio, ubicada en el municipio de Libres, Puebla. Este municipio se ubica en la parte centro-norte del estado, comprende una superficie de 274 km<sup>2</sup>, lo que representa 0.85 % de la superficie del estado, se sitúa en el eje de las coordenadas geográficas entre los 19° 27' 52" de latitud norte, y 97° 41' 15" de longitud este, con una altitud promedio de 2,378 msnm, mientras que la precipitación anual abarca un rango de 400 a 900 mm. El clima que predomina es templado subhúmedo con lluvias en verano (88 %), también presenta el clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano (7 %) y semiseco templado (5 %), con un rango de temperatura media anual entre los 10 a 16 °C (INEGI, 2017).



**Figura 1.** Polígonos del ejido Rancho Viejo.  
**Fuente:** Elaboración propia.

El municipio de Libres colinda al norte con los municipios de Ixtacamaxitlán, Ocotepec y Cuyuaco; al este con los municipios de Cuyuaco y Tepeyahualco; al sur con los municipios de Tepeyahualco, Oriental y el estado de Tlaxcala; al oeste con el estado de Tlaxcala y el municipio de Ixtacamaxitlán (INEGI, 2017).

El municipio cuenta con una población total de 33, 784 de los cuales 16,386 son hombres y 17,398 mujeres. Mientras que cerca de la mitad de la población (15,996 habitantes) se concentran en áreas consideradas rurales y el resto es población urbana. La densidad de población es de 123 personas por km<sup>2</sup> (CEIGEP, 2019). Y la población económicamente activa es de 10,318 habitantes.

El total de viviendas ocupadas es de aproximadamente 7, 868, de las cuales 69.45 % son propias, 10.96 % son rentadas y 17.73 % en condición de préstamo, mientras que las demás se encuentran en otra situación. Los principales indicadores de desarrollo humano en el municipio, nos muestran que 98 % de la población cuenta con agua entubada, 86 % cuenta con drenaje y existe un índice de electrificación de 0.99 mientras que el índice de desarrollo humano con servicios en el municipio es de 0.86.

Asimismo el índice de esperanza de vida general es de 0.73, mientras que la expectativa de vida de los hombres es de 69 años y de las mujeres de 77 años. El índice educativo general es de 0.91 (9 años de escolaridad promedio). Con respecto a la tasa de alfabetización en personas de 15 a 24 años es de 98.1 %. En general en el municipio encontramos un índice de marginación medio (INEGI, 2017).

La superficie cosechada en el 2018 en el municipio de Libres fue de 12,095 ha, de las cuales 8,205 ha fueron de maíz, esto representa cerca del 68 % de la superficie cosechada, en segundo lugar el cultivo de cebada que representa 6 % de la superficie cosechada y en tercer lugar el cultivo de frijol con 5 %, le siguen los cultivos de avena, trigo y tomate verde.

## VIII. METODOLOGÍA

### 8.1. Contexto de la investigación

El estudio se realizó en la comunidad de Tehuatzingo perteneciente al municipio de Libres, Puebla. La localidad cuenta con aproximadamente 618 habitantes, la propiedad de la tierra es ejidal y forma parte del ejido de Rancho Viejo<sup>1</sup> que se constituye por 184 ejidatarios, de los cuales 100 se encuentran en la población de Tehuatzingo y el resto en comunidades aledañas. La principal actividad es la agricultura, siendo el maíz el cultivo de mayor importancia, ya que el 90 % de los productores lo siembran, en asociación con calabaza y en ocasiones con frijol. El resto de los productores (10 %) presenta un cambio en el patrón de cultivo hacia hortalizas (tomate verde, cilantro, lechuga y papa principalmente).

### 8. 2. Técnicas de investigación

La presente investigación tiene un enfoque mixto, debido a la combinación de métodos tanto cuantitativos como cualitativos. De esta manera se aborda la problemática y análisis de resultados de una manera integral.

El método cuantitativo se caracteriza por la rigurosidad del proceso de investigación. Además los datos son medibles, se planteó un problema, se construyó el marco teórico, del cual derivaron las hipótesis, y por último se realizó la evaluación que parte del planteamiento de indicadores y su posterior valoración (Masera *et al.*, 2000; Hernández *et al.*, 2006).

En el análisis cuantitativo se utilizaron dos técnicas: la encuesta y los análisis de suelo; en la parte cualitativa, se utilizó el taller grupal.

#### 8.2.1 Encuesta

Esta técnica cuantitativa se aplicó utilizando como instrumentos el cuestionario. Para calcular el tamaño de muestra se utilizó el muestreo simple aleatorio utilizando una población de 90 productores de maíz de la comunidad. La fórmula empleada con esta finalidad fue el siguiente:

---

<sup>1</sup> El ejido Rancho Viejo se constituye por 840 ha, de las cuales 400 son de uso común (bosque). Dentro del área ejidal se ubican cuatro comunidades: San Nicolás Buenos Aires, Tehuatzingo, Rancho Viejo y Tlazacualco.

$$n = \frac{NZ^2 p \cdot q}{Ne^2 + Z^2 p \cdot q}$$

Donde:

N = tamaño de la población (90)

Z = correspondiente al nivel de confianza elegido (96 %)

p = probabilidad de éxito (0.5)

q = probabilidad de fracaso (0.5)

e = error máximo (10 %)

$$n = \frac{(90)(1.96)^2 * (0.5)(0.5)}{(90)(0.1)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{(90)(3.8416) * (0.5)(0.5)}{(90)(0.01) + (3.8416)(0.25)}$$

$$n = \frac{345.74 * 0.25}{0.9 + 0.9684}$$

$$n = \frac{86.43}{1.8684}$$

$$n = 46.25$$

El tamaño de muestra resultó de 46.

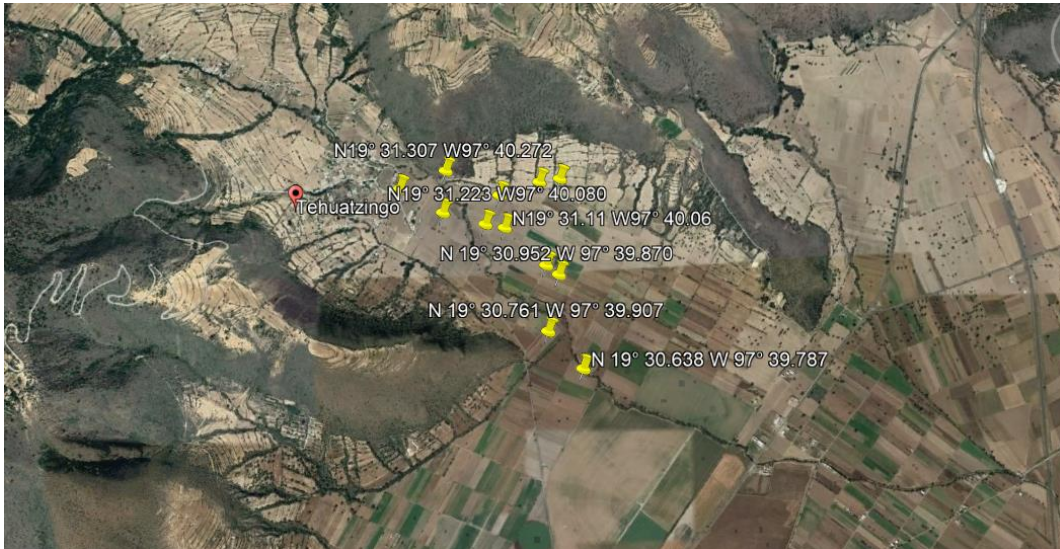
Para elegir a los 46 productores resultados de la muestra, se tomó la lista de los 90 ejidatarios productores de maíz, de los cuales 67 % (60) siembran bajo el sistema milpa, y 33 % que equivale a 30 productores siembran en monocultivo.

Aplicando esta proporción a los productores, resultado del muestreo, se tienen para el sistema milpa 30 productores y 16 que pertenecen al sistema de monocultivo.

## 8.2.2 *Análisis de suelo*

### a). *Físico químico*

Para realizar las mediciones de este indicador, primeramente se realizó un muestreo de manera aleatoria en 12 parcelas pertenecientes a la localidad de Tehuatzingo (**Figura 2**), donde se tomaron 12 muestras compuestas de suelo, 4 correspondientes al sistema en monocultivo de maíz, y 8 en suelos del sistema milpa.



**Figura 2.** Sitios de muestreo de suelo en Tehuatzingo, Puebla.

**Fuente:** Elaboración propia.

El muestreo se realizó en la mayor parte del terreno. Se obtuvo una mezcla compuesta mediante la homogenización de 5 sub-muestras que se tomaron en cada esquina del terreno, así como una en el centro (cinco de oros).

Debido a los objetivos del muestreo, este se realizó a una profundidad de 10-20 cm, con un corte en el suelo en forma de “V”. Se evitó que el suelo se desmoronara, y se eliminaron los bordes laterales con un espesor de aproximadamente 5 cm.

La muestra compuesta pasó por un proceso de homogenización, el cual se realizó dentro de una cubeta de plástico con una capacidad de 20 litros, para evitar la contaminación con otros materiales. El mezclado dentro de la cubeta se hizo con una pala de acero inoxidable.

Después de mezclar las sub-muestras, se formó una torta circular que se dividió en cuatro partes, de tal forma que se pudieron eliminar dos cuartos opuestos, y con los dos restantes se repitió el proceso, tantas veces fue necesario hasta quedarse con una muestra final de 1.5 kg que se analizó en el laboratorio de suelos del Departamento de Investigación en

Ciencias Agrícolas (DICA) de la BUAP de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-021).

*b). Conteo bacteriano*

El conteo de bacterias totales se realizó en el laboratorio de Micoplasmas del Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas de la BUAP, siguiendo el método de turbidimetría (Bonilla *et al.*, 2016), donde a través del proceso de absorción y dispersión de luz se mide la biomasa bacteriana. Para esto se utilizaron 0.5 g de suelo de cada una de las 12 muestras representativas de las dos formas de manejo: milpa y monocultivo. Las muestras se colocaron en tubos de ensayo con 5 ml de caldo nutritivo (**Anexo 1**) y se hicieron tres repeticiones de cada muestra. Se dejaron incubar a una temperatura de 37 °C por 24 horas y por último se colocaron 0.2 ml en celdas para la lectura de absorbancia a 600 nm en el espectrofotómetro WHYM201.

*8.2.3 Técnica cualitativa*

*a). Taller grupal participativo*

Siguiendo las recomendaciones del marco MESMIS es necesario identificar las fortalezas y debilidades de los sistemas de estudio. Con la participación conjunta de los productores se encontraron cualidades que pueden afectar o incentivar la producción de los agroecosistemas. Se inició una convocatoria con ayuda del comisariado ejidal para el día 11 de marzo de 2018, a la cual acudieron 15 ejidatarios, que mediante técnicas de participación grupal ayudaron a responder una serie de preguntas generadoras. La información se registró frente al grupo en hojas de papel rotafolio para su posterior análisis.

### **8.3. Marco de evaluación (MESMIS)**

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) es una herramienta metodológica que ayuda a evaluar la sustentabilidad de sistemas productivos mediante la comparación de los mismos, contraponiendo un sistema como referencia, y el otro como alternativo.

La evaluación de sustentabilidad debe contemplar, según Masera *et al.* (2000) cinco atributos básicos, los cuales son fundamentales para entenderla, el primero es el atributo de *productividad*, el cual se encuentra enfocado a los rendimientos o la capacidad que tiene el agroecosistema para brindar bienes y servicios. El segundo es la *estabilidad*, se

refiere a la posibilidad del sistema de mantenerse de forma constante. El tercero hace mención a la *resiliencia*, *confiabilidad* y *adaptabilidad*, se define como la capacidad que tienen los sistemas de regresar al estado de equilibrio o de mantenerse en su estado de equilibrio original ante perturbaciones externas. El cuarto atributo es la *equidad*, expone que tanto los gastos y beneficios se distribuyan de manera equitativa y justa. Por último tenemos la *autogestión* o *autodependencia* y puede definirse como la capacidad del sistema de estudio para atender sus interacciones con el exterior.

El MESMIS considera los siguientes pasos (Masera *et al.*, 2000):

1. Delimitar el objeto de estudio y caracterización de los sistemas de manejo.
2. Reconocer los puntos críticos de un sistema de manejo.
3. Especificar indicadores relacionados a los atributos de la sustentabilidad.
4. Medición de los indicadores.
5. Análisis de los datos obtenidos, comparando los dos sistemas de manejo.
6. Conclusiones y recomendaciones para la retroalimentación de los agroecosistemas.

#### **8.4. Métodos para la medición de indicadores de sustentabilidad**

1. Relación beneficio- costo (B/C)

Para obtener el indicador beneficio-costo, se generó información (a través de la encuesta por medio de cuestionarios) de los costos de renta de tierra si es que el productor no contaba con terreno propio, se contabilizó el costo de la semilla, aunque fuera propia o se intercambiara con otro productor, esto para darle un valor económico, más todos los gastos por preparación de tierra (barbecho, rastreo, surcado el gasto por riego, frecuencia de estas actividades por ciclo y el costo de cada uno), el gasto de siembra y deshierbe, los labores de cultivo, doble cultivo y segunda labor. Los gastos por fertilización, se obtuvieron por el costo por bulto de fertilizantes y la cantidad de dichos, así como el costo de otros agroquímicos. En los labores de cosecha se contó desde corte, amogotado, pizca, desgrane y transporte.

Para todas las actividades anteriores se cuantificaron los jornales familiares y contratados (pagados), multiplicados por los días que requirieron para culminar cada actividad, y de esa forma obtener el costo de la fuerza de trabajo.

En cuanto al ingreso se contabilizó por el total de rendimiento de cada cultivo multiplicado por el precio por kilogramo de venta, más la venta de pacas (cantidad por precio de venta de cada una).

Este indicador se estimó bajo la siguiente fórmula, y el total de ingresos se dividieron entre todos los gastos para el ciclo de cultivo primavera-verano 2018 en una hectárea por sistema de manejo.

$$\mathbf{B/C} = \frac{\mathbf{Valor Actual Ingresos Totales}}{\mathbf{Valor Actual de los Costos}} * \mathbf{100}$$

## 2. Relación insumo-producto (IP)

Para medir el presente indicador se utilizaron datos del indicador uno, de tal forma que se sumaron costos de cada una de las tareas realizadas en ciclo de cultivo primavera-verano 2018, datos que se obtuvieron vía encuesta con los productores, al igual se obtuvieron datos del ingreso por cultivos (multiplicando rendimientos por precio de venta de kilogramo expresados en moneda nacional) para el caso de monocultivo se tomó solo el valor de la cosecha de maíz y para el sistema milpa fue el resultado de la suma del valor del maíz más el precio de venta de la semilla de calabaza, esto entre el total de costos. La fórmula para calcular este indicador es la siguiente:

$$\mathbf{IP} = \frac{\mathbf{Costo de producto cosechado}}{\mathbf{Total de costos}}$$

## 3. Variación del rendimiento actual en maíz (VRM)

Mediante la información generada a través de la encuesta se promediaron los rendimientos de cultivo del ciclo anterior (2017) y los del ciclo actual (2018) por sistema de manejo. Una vez obtenidos estos datos, se multiplicó el rendimiento actual promedio (2018) por 100, entre los rendimientos del ciclo anterior promedio (2017). Todo esto menos 100, para cada uno de los sistemas. Por lo que se comparó la producción del ciclo anterior (2017) como referencia versus la cosecha del ciclo actual (2018), utilizando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{VRM} = \frac{\mathbf{Rendimientos del ciclo actual} * \mathbf{100}}{\mathbf{Rendimientos del ciclo anterior}} - \mathbf{100}$$

#### 4. Elementos físico-químicos del suelo

La parte físico química se fundamentó conforme la Norma Oficial Mexicana (NOM-021) para las interpretaciones de los resultados de los análisis de las muestras. Para determinar el pH se utilizó el método electrométrico, utilizando una muestra de suelo seco disuelta en agua pura. La materia orgánica se evaluó a través del método de Walkley y Black mediante el contenido de carbono orgánico. El nitrógeno total se determinó por procedimientos de digestión (semi-micro Kjeldahl). La textura del suelo mediante el procedimiento de Bouyoucos. Fósforo extraíble por el procedimiento de Bray y Kurtz. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) y bases intercambiables ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  y  $\text{K}^{+}$ ) de los suelos se determinaron utilizando acetato de amonio 1N con pH 7. A continuación se muestra en la tabla 1 el resumen de los métodos de acuerdo a la NOM-021:

**Tabla 1.** Parámetros de medición físico química del suelo.

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO
pH	Escala 0-14	AS-02
Materia orgánica	%	AS-07
Nitrógeno total	%	AS-25
Arena	%	AS-09
Limo	%	AS-09
Arcilla	%	AS-09*
Textura	% arena, limo, arcilla	AS-09
Ca	cmol/kg	AS-12
Mg	cmol/kg	AS-12
Na	cmol/kg	AS-12
K	cmol/kg	AS-12
CIC	cmol/kg	AS-12
P	mg/kg	Bray-1
Densidad aparente	g/ml	Probeta
CE	dS/m	AS-18

**Fuente:** elaboración propia conforme la NOM-021.

#### 5. Conteo de bacterias totales en el suelo

El conteo bacteriano consistió en calcular la biomasa bacteriana a través de la medición de turbidez producida por el crecimiento microbiano utilizando la Unidad Formadora de Colonias (UFC/g) como unidad de medida, la cual se registra en el espectrofotómetro como el nivel de absorbancia. Los valores de biomasa bacteriana se estiman de acuerdo al nivel de absorbancia.

## 6. Índice de Dependencia de Insumos Externos (IDIE)

Se consideraron como insumos externos el uso de maquinaria tanto para preparación del suelo (barbecho, rastreo, surcado); se sumó la renta del tractor para estas actividades, así como el costo de empaque del forraje y también renta de equipo de desgrane. Asimismo el costo de agroquímicos, si es que se utilizaron y por último el costo expresado en moneda nacional del combustible utilizado para el traslado de la cosecha. Se valoraron todos estos insumos, se hizo una sumatoria y posteriormente se dividió entre el costo total para analizar la proporción que ocupan estos costos dentro del total de gastos. La fórmula empleada para este cálculo es la siguiente:

$$\text{IDIE} = \frac{\text{Costos de insumos externos}}{\text{Total de costos}} * 100$$

## 7. Diversificación de la fuente de ingreso

Se calculó la diversificación de las fuentes de ingreso mediante el Índice de Simpson que a continuación se explica:

$$D_s = 1 - \sum p_i^2 \quad (1)$$

La proporción del total de las fuentes de ingreso, se calculó mediante la sumatoria del ingreso relativo con exponencial dos menos uno.

Donde  $p_i$  es la proporción del ingreso procedente de la fuente  $i$  en el ingreso total del hogar.

$$p_i = y_i / \sum_{i=1}^I y_i \quad (2)$$

## 8. Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT)

Este indicador se generó con datos de rendimientos de maíz y calabaza tanto en monocultivo como intercalados. Se calculó mediante la relación del rendimiento en policultivo entre el rendimiento en monocultivo de cada uno de los cultivos; maíz y calabaza. Después se suman los resultados para cada cultivo tal como lo indica la fórmula siguiente:

$$\text{ERT} = \frac{\text{Rendimiento de la calabaza intercalada}}{\text{Rendimiento de la calabaza en monocultivo}} + \frac{\text{Rendimiento del maíz intercalado}}{\text{Rendimiento del maíz en monocultivo}}$$

## 9. Distribución del ingreso

Se utilizó el Índice de Gini para medir la concentración de la riqueza en cada uno de los sistemas de manejo y que a partir de información de los productores se realizó el cálculo, utilizando la siguiente fórmula:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (Fi - Yi)}{\sum fi}$$

Primeramente se ordenaron los productores de cada sistema con respecto al nivel de ingresos de menor a mayor, posteriormente se obtuvo el número de productor y el ingreso acumulado, para después calcular las proporciones acumuladas tanto de los productores como del ingreso.

## 10. Índice de Autoempleo Agrícola (IAA)

Este indicador se visualiza a partir del total de jornales empleados, incluyendo los familiares y asalariados que se contabilizaron desde los labores de siembra, de cultivo, deshierbe, fertilizaciones, fumigaciones si es que las hubo, cosecha y transporte; para cada uno de estos trabajos se contaron los días de duración de cada uno multiplicados por el número de jornales, para exactitud de la investigación que se calculó bajo la siguiente fórmula:

$$IAA = \frac{\textit{Total de jornales familiares}}{\textit{Total de jornales empleados (familiares y asalariados)}}$$

## 11. Emigración por sistema (EPS)

Para obtener el porcentaje de emigración por sistema de manejo, se generaron preguntas en el instrumento de trabajo acerca del número total de integrantes de la familia núcleo (contando a los padres y al número de hijos), además se obtuvo el número de integrantes de la familia que residían fuera de la comunidad, a partir de esta información se generó el indicador. Y se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$\%EPS = \frac{\textit{Número de familiares emigrantes por sistema}}{\textit{Total de integrantes de las familias por sistema}} * 100$$

## 12. Autosuficiencia en maíz (AM)

Con información generada en los cuestionarios, este indicador se calculó a partir del rendimiento promedio por hectárea de maíz, entre el total de maíz consumido en un año en la unidad de producción, el cual se obtuvo a partir del consumo diario (kg) multiplicado por 365 días del año, bajo la siguiente fórmula:

$$\%AM = \frac{\textit{Total de volumen maíz producido}}{\textit{Volumen de maíz consumido en la unidad de producción}} * 100$$

### 8.5. Técnicas de análisis de la información

Para organizar la información se realizó una base de datos en hojas de Excel y para su análisis estadístico se utilizó el programa IBM SPSS Statistics versión 26.0 además se utilizaron medidas de tendencia central como máximas, mínimas y promedios para el análisis de resultados de los 12 indicadores mediante la prueba de t de Student con el objetivo de comparar los dos grupos y verificar si existen diferencias estadísticas entre los resultados obtenidos de estos indicadores.

## IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Siguiendo los pasos del MESMIS a continuación se presentan los siguientes resultados:

### *Paso 1. Definición del objeto de la evaluación*

Iniciando las recomendaciones del marco MESMIS se definió el objeto de estudio, que a continuación se menciona:

“Evaluar la sustentabilidad del agroecosistema maíz en sus dos formas de manejo: milpa y monocultivo, en la comunidad de Tehuatzingo del municipio Libres, Puebla.”

Se sugiere también, identificar los componentes del sistema en donde están inmersos, así como caracterizar los sistemas de manejo para ubicar el manejo predominante, en este caso el sistema milpa (sistema de referencia), y el modelo alternativo (maíz en monocultivo).

La caracterización se llevó a cabo mediante el instrumento de trabajo (**Anexo 2**) que se aplicó a los productores que formaron parte de la muestra para determinar los componentes del sistema como se menciona a continuación (**Tabla 2**):

**Tabla 2.** Principales determinantes para caracterizar los sistemas de estudios.

DETERMINANTES	DESCRIPCIÓN
Físicas	Extensión del terreno de cultivo
Tecnológicas y de manejo	Tipo de semillas que utiliza
	Prácticas de manejo
	Prácticas de preparación (tipo de labranza)
Socioeconómicas y culturales	Objetivo de producción (autoconsumo/comercial)
	Tipo de mano de obra
	Tipo de agricultura (tradicional/comercial)

**Fuente:** Elaboración propia.

En este caso se realizó una evaluación de sustentabilidad de tipo transversal considerando el ciclo agrícola primavera-verano (P-V 2018), mediante la comparación del sistema de producción milpa versus el sistema de manejo en monocultivo en el agroecosistema maíz.

En la tabla 3 se muestran las características de ambos sistemas de manejo. Cabe destacar que la escala espacial que se utilizó fue a nivel de comunidad.

**Tabla 3.** Características de los sistemas de manejo en la localidad de Tehuatzingo, Libres, Puebla.

DETERMINANTES DEL AGROECOSISTEMA		SISTEMA MILPA (SMi) TRADICIONAL	MONOCULTIVO (SMo) ALTERNATIVO	
<b>Biofísicas</b>		Se encuentra a 2,426 metros de altitud.		
<b>Tecnológicas y de manejo</b>	Especies y variedades manejadas	Maíz (blanco, amarillo, cacahuazintle), calabaza y ocasionalmente frijol.	Maíz (blanco)	
	Tracción	Preparación de suelo	Yunta y tractor	Tractor
		Labores culturales	Yunta	Yunta y tractor
	Cosecha		Manual	Manual y mecánica
	Manejo de suelos	Conservación	No	No
		Fertilización	Química	Química
	Manejo de plagas y enfermedades		No	Ocasionalmente
	Manejo de arvenses		Manual y mecánico	Químico y mecánico
	Manejo pecuario		Animales de traspatio y para el trabajo de campo	Animales de traspatio y para el trabajo de campo
<b>Socioeconómicas</b>	Tipo de productores	Ejidatarios con una superficie promedio de 2 ha.	Ejidatarios con una superficie promedio de 1.5 ha	
	Objetivo de la producción	Autoconsumo y venta de excedentes	Autoconsumo y venta de excedentes	
	Tipo de mano de obra	Principalmente familiar y contratada	Principalmente familiar y contratada	
	Organización para la producción	No	No	
<b>Culturales</b>	Siembra conforme a ciclos de la luna	Sí	Sí	

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

## ***Paso 2. Identificación de los puntos críticos del sistema***

Siguiendo las recomendaciones del marco MESMIS es necesario identificar las fortalezas y debilidades de los sistemas de estudio, mediante la participación conjunta de los productores se encontraron cualidades que pueden afectar o incentivar la producción de los agroecosistemas. Se realizó una convocatoria con ayuda del comisariado ejidal para el día 11 de marzo de 2018, a la cual acudieron 15 ejidatarios, que mediante técnicas de participación grupal ayudaron a responder una serie de preguntas generadoras, de tal forma se logró detectar los puntos críticos tanto positivos como negativos que repercuten en la producción.

Las preguntas generadoras que se utilizaron con el fin de ubicar los puntos críticos para este trabajo de investigación son las siguientes:

1. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta su comunidad para la producción agrícola?
2. ¿Cómo se organizan para mejorar la producción agrícola?
3. ¿Cuáles condiciones ambientales les han afectado más en los últimos años?
4. ¿Qué obstáculos económicos enfrentan durante el proceso de producción agrícola?
5. ¿Reciben algún(os) estímulo(s) económico(s) que incentiva(n) la agricultura?

De tal forma que dicho trabajo en conjunto con los ejidatarios permitió adentrarse e identificar los problemas principales que enfrenta la producción de maíz en la comunidad. Continuando las recomendaciones del marco MESMIS, se relacionaron los puntos críticos con cada uno de los cinco atributos de la sustentabilidad según correspondan (**Tabla 4**). De igual modo la identificación de los puntos críticos primordiales permitió fortalecer la evaluación para mejorar el estado de sustentabilidad de los agroecosistemas.

**Tabla 4.** Relación entre los puntos críticos de los sistemas con los atributos de la sustentabilidad.

<b>ATRIBUTO</b>	<b>PUNTO CRÍTICO</b>
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	Disminución de mano de obra familiar; altos costos de insumos; alta inversión para labores del campo; no hay sincronía en la fechas de los programas de apoyo y el ciclo de siembra.
<b>ESTABILIDAD, RESILIENCIA, CONFIABILIDAD</b>	Afectaciones por heladas y granizadas; problemas de enfermedades y plagas en el cultivo de maíz; erosión de suelos por uso de fertilizantes; acame de plantas por fuertes vientos; escasez de agua de lluvia.
<b>ADAPTABILIDAD</b>	Alta dependencia a insumos externos; cambio climático: lluvias tardías, sequía, heladas más agresivas.
<b>EQUIDAD</b>	Se contrata gente externa para trabajar en el campo; personas de la comunidad ya no quieren emplearse en el campo; a los jóvenes no les gusta trabajar el campo.
<b>AUTODEPENDENCIA (AUTOGESTIÓN)</b>	No existe organización para la comercialización de sus productos; alta dependencia de insumos sintéticos para producir; individualismo.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

### ***Paso 3. Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores***

El tercer paso correspondiente al MESMIS hace referencia a la selección de criterios e indicadores, los cuales se determinan en base a la información anterior.

En la **Tabla 5** se presentan los cinco atributos en los cuales se adecuaron los diferentes puntos críticos obtenidos del proceso de investigación en la comunidad, de tal forma que se relacionaron con los criterios de diagnóstico y posteriormente con los indicadores propuestos para evaluar la sustentabilidad del agroecosistema maíz en sus dos formas de manejo: en monocultivo y en sistema milpa.

**Tabla 5.** Criterios de diagnóstico e indicadores del agroecosistema maíz en Tehuatzingo, Puebla.

ATRIBUTO	PUNTO CRÍTICO	CRITERIO DE DIAGNÓSTICO	INDICADOR	FORMAS DE MEDICIÓN	UNIDADES DE MEDICIÓN	DIMENSIÓN
PRODUCTIVIDAD	Alto costo de insumos	Eficiencia	1. Relación Beneficio-Costo	$B/C = VAI^2/VAC^3$	1:1	E
	Baja producción		2. Relación Insumo-Producto	Costo de producto cosechado/ total de costos	1:1	E
ESTABILIDAD, RESILIENCIA, CONFIABILIDAD	Afectaciones por heladas y granizadas	Cambios en rendimiento	3. Variación de rendimiento actual en maíz	(Rendimientos del ciclo actual*100/rendimientos del ciclo anterior) -100	%	A
	Erosión de suelos por uso de fertilizantes	Agotamiento de suelos	4. Elementos físico-químicos del suelo	Análisis físico químico	%	A
			5. Conteo de bacterias totales en suelo	Análisis biológico	%	A
ADAPTABILIDAD	Alta dependencia a insumos externos	Dependencia	6. Índice de dependencia de insumos externos	Costos de insumos externos/total de costos *100	%	E
	Poca diversidad de fuentes de ingresos		7. Diversificación de la fuente de ingreso	Índice de Simpson: $D_s = 1 - \sum p_i^2$	0-1	S
	Bajo aprovechamiento del suelo	Adaptación tecnológica	8. Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT)	Área requerida en policultivo/ área requerida por monocultivo	%	A
EQUIDAD	Concentración de ganancia en pocos productores	Distribución de recursos	9. Distribución del ingreso	Índice de Gini: $IG = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (Fi - Yi)}{\sum fi}$	0-1	E
	Mano de obra familiar no remunerada	Trabajo	10. Índice de autoempleo agrícola	Total de jornales familiares/ total de jornales empleados(familiares y asalariados)	0-1	S

<sup>2</sup> VAI=Valor Actual Ingresos Totales.

<sup>3</sup> VAC=Valor Actual de los Costos.

	Poco interés en trabajo agrícola	Migración	11. Emigración por sistema	Número de familiares migrantes por sistema /total de integrantes de las familias por sistema *100	%	S
<b>AUTODEPENDENCIA (AUTOGESTIÓN)</b>	Poca capacidad de autoabasto	Autogestión alimentaria	12. Autosuficiencia en maíz	Total de volumen maíz producido / volumen de maíz consumido en la unidad de producción *100	%	S

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

#### ***Paso 4. Medición y monitoreo de los indicadores***

Una vez definidos los indicadores a evaluar, se realizó el instrumento de trabajo, en este caso se trabajó con un cuestionario (**Anexo 2**) que se aplicó de manera aleatoria a la muestra representativa de los dos sistemas de manejo del agroecosistema maíz, lo cual implicó 30 productores del sistema milpa y 16 del grupo de producción en monocultivo de maíz.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores mencionados.

##### **1. Relación Beneficio-Costo (B/C)**

La relación beneficio-costo permite adentrarnos en la situación económica de la producción e indica cuánto gana o pierde el productor por cada peso que invierte, la desventaja es que no integra el costo ambiental que implique la producción, pero dicho indicador se complementará con los de índole ambiental. A partir de este análisis en la **Tabla 6** se muestran los resultados obtenidos con respecto a la relación beneficio/costo.

**Tabla 6.** Relación beneficio-costo en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

<b>SISTEMA</b>	<b>PROMEDIO DE INGRESOS POR HA</b>	<b>PROMEDIO DE GASTOS POR HA</b>	<b>GANANCIA NETA (PESOS/HA)</b>	<b>RELACIÓN BENEFICIO/COSTO</b>
Monocultivo	\$14,446.85	\$11,674.69	\$2,772	1:1.23
Milpa	\$20,601.62	\$15,037.68	\$5,564	1:1.37

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Los resultados muestran que el sistema de cultivo milpa es más rentable; por cada peso invertido se recuperan 23 centavos más, tiene una ventaja conforme el sistema en monocultivo de 14 centavos.

Se puede observar que el SMi es más rentable económicamente; es decir, tiene un margen de ganancia mayor con respecto al manejo en monocultivo que oscila en \$2,792 por hectárea. Comparado con lo que mencionan Ayala *et al.* (2013) el resultado es muy similar dado que obtienen una ganancia de \$2,840 en propiedades con rendimientos arriba de dos toneladas de maíz por hectárea.

En promedio el SMi es el grupo que cuenta con mayor extensión de tierra con 1.9 ha y el SMo 1.5 ha, la cantidad media de maíz cosechado para el SMo fue de 2,656 kg ha<sup>-1</sup> mientras que en el SMi se obtuvieron 2,185 kg ha<sup>-1</sup> que se vendió a un precio promedio de \$3.70 por kg. Además el SMi obtuvo un mayor margen de ganancia debido a la venta de semilla de calabaza cuyo rendimiento medio fue de 200 kg ha<sup>-1</sup> a un precio en el mercado de \$40 por cada kilogramo.

La ganancia obtenida por tonelada cosechada en maíz en monocultivo es de \$1,042, datos muy semejantes al estudio realizado por Ayala *et al.* (2013) donde ellos obtuvieron una ganancia promedio de \$1,068 por tonelada de maíz en un trabajo realizado en el estado de Hidalgo en una región con una altura entre los 2200-2600 msnm.

En los dos sistemas el gasto más alto se encuentra relacionado con la cosecha del maíz, en segundo lugar la preparación de la tierra seguida del gasto en fertilizantes que en promedio representa un 18 % del total de costos de producción (**Tabla 7**).

Lo anterior se refleja que en términos absolutos, el promedio en gastos de fertilizantes es de \$2,441, lo cual coincide con un estudio realizado en Nopalucan de la Granja a 15 km de distancia del municipio de Libres, donde el gasto promedio por concepto de fertilizantes fue de \$3,000 (Ávila *et al.*, 2014).

El costo total para producir una hectárea de maíz según un estudio realizado en el Bajío de Guanajuato a una altura entre un rango de 1,700-1,850 msnm, similar a la región de estudio, es de \$16,563 para el cultivo en temporal (Guzmán *et al.*, 2014), costo semejante a los resultados en Tehuatzingo ya que en promedio los dos sistemas tienen un costo de producción de \$13,357 para sembrar una hectárea.

**Tabla 7.** Costos de producción por hectárea en los sistemas monocultivo y milpa en Tehuatzingo, Puebla.

CONCEPTO	VALOR MONETARIO		PORCENTAJE POR SISTEMA	
	SMo	SMi	SMo	SMi
<b>Renta de tierra</b>	281	267	2	2
<b>Semillas</b>	228	400	2	3
<b>Preparación de tierra</b>	3276	3150	28	21
<b>Riego</b>	98	236	1	2
<b>Siembra</b>	446	473	4	3
<b>Labores de siembra</b>	1654	2014	14	13
<b>Fertilizante</b>	2008	2874	17	19
<b>Agroquímicos</b>	126	150	1	1
<b>Cosecha</b>	3558	5474	31	36
<b>Total de costos</b>	11675	15038	100	100

**Fuente:** elaboración propia con datos de campo, 2018- 2019.

En cuanto a los costos promedio para producir una tonelada de maíz en la comunidad de Tehuatzingo oscilan en \$5,018, muy similar a lo encontrado por Ayala *et al.* (2013) donde los costos por tonelada producida fueron de \$4,460.

## 2. Relación Insumo-Producto (IP)

Este indicador se encuentra muy ligado a la eficiencia de los sistemas. Se refiere al nivel de producto obtenido por cada unidad de insumo, es decir todo aquel bien o servicio que sea necesario para el proceso de producción.

El SMo requiere de un mayor gasto con respecto a lo que se produce y también se comprueba que se obtienen menos rendimientos comparados con el total de gastos. Por lo que el sistema milpa sucede lo contrario, existe una mayor productividad (**Tabla 8**).

**Tabla 8.** Relación insumo/producto en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

SISTEMA	RELACIÓN INSUMO-PRODUCTO
Monocultivo	1.20
Milpa	1.37

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

En el SMi la productividad es de 1.37, es decir que existe una ganancia de 37 % con respecto a lo que se invierte y en comparación con trabajos similares se ha encontrado

una relación de eficiencia de 1.41 en la región de la Comarca Lagunera, México (Ríos *et al.*, 2010).

### 3. Variación de rendimiento actual en maíz (VRM)

Este indicador muestra el porcentaje de producción que se pierde por factores climatológicos tanto sequías, heladas así como cambios en el manejo de la parcela agrícola, comparando dos ciclos de cultivo, el año anterior (2017) y el actual (2018).

La VRM en los dos sistemas fue negativa, es decir que la producción fue menor en el año 2018 comparándose con el ciclo agrícola anterior (2017) (**Tabla 9**), aunque en el SMO las pérdidas fueron mayores en casi 15 % y para el SMi cerca de 6 %. En general solo se compararon dos ciclos agrícolas para verificar los cambios en el rendimiento, que variaron principalmente por escasez de lluvia.

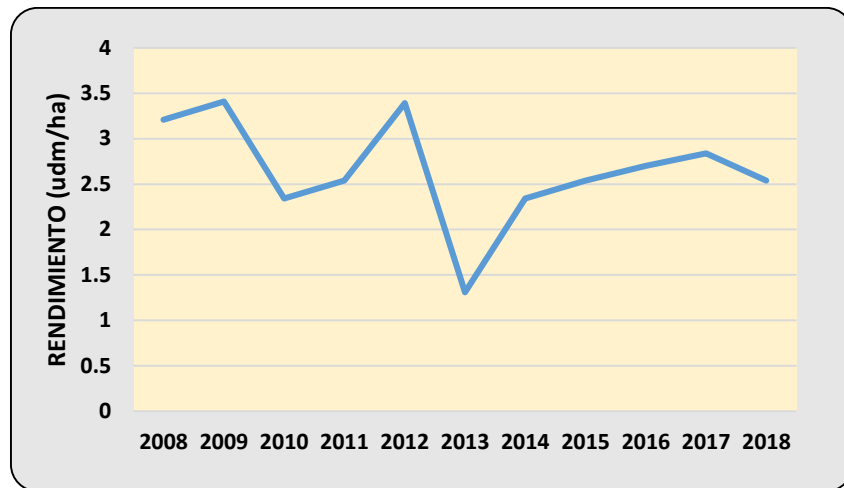
**Tabla 9.** Variación del rendimiento actual en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

SISTEMA	RENDIMIENTO PROMEDIO (KG HA <sup>-1</sup> ) 2017	RENDIMIENTO PROMEDIO (KG HA <sup>-1</sup> ) 2018	VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN MAÍZ (%)
Monocultivo	2656.25	2265.62	-14.71
Milpa	2185.00	2061.67	-5.64

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Si bien es cierto que el sistema en policultivo tiene mayores ventajas por el mayor aprovechamiento de los recursos, como el agua que conserva el suelo, por lo que, el SMi tuvo menos afectaciones por heladas y sequía contrario al SMO, como lo menciona Ebel *et al.* (2017) la complementariedad que se da entre dos plantas, en este caso la calabaza sembrada entre el maíz cubre el suelo y ayuda a mantener la humedad.

En la **Figura 3** se presentan datos de producción de maíz en los últimos diez años en el municipio de Libres, Puebla. El promedio durante este período fue de 2.7 t ha<sup>-1</sup>. Mientras que el para el año 2017 la producción promedio en el municipio fue de 2.84 t ha<sup>-1</sup> y para el siguiente año disminuyó a 2.54 t ha<sup>-1</sup>. La variación porcentual promedio entre estos dos ciclos de cultivo fue de -11.48 %. Bajo esta circunstancia, se puede concluir que la producción del ciclo de cultivo 2018 fue menor con respecto al año 2017, datos muy similares a los obtenidos en la comunidad de Tehuatzingo.



**Figura 3.** Rendimientos de maíz de 2008 a 2018 en Libres, Pue.  
**Fuente:** Elaboración propia con datos del SIAP (2019).

#### 4. Elementos físico-químicos del suelo

El presente indicador mide las condiciones de la fertilidad del suelo; es decir, los niveles de nutrientes para el crecimiento de las plantas. Las propiedades físicas se refieren a la estructura y textura del suelo: la proporción de partículas de arena, limo y arcilla. Por ejemplo un suelo ideal se considera aquel con 40, 40 y 20 % de aquellas partículas respectivamente. Entre las propiedades químicas del suelo se encuentra el nivel de pH, porcentaje de nitrógeno total, determinación de bases intercambiables (CIC), calcio, magnesio, potasio y fósforo. Cabe destacar que los resultados únicamente nos arrojan los niveles de nutrientes pero no se sabe si son de origen químico u orgánico, ni la calidad del suelo, únicamente son niveles de fertilidad.

Se tomó como referencia la NOM-021 para la medición de los parámetros, y conforme a los niveles más altos de la misma norma se obtuvo el nivel óptimo para la fertilidad del suelo. En la **Tabla 10** se muestran los resultados para cada sistema comparados con el nivel óptimo, y por medio de una proporcionalidad se llegó al resultado final para observar cuál de los dos sistemas tiene un nivel más alto de fertilidad.

Cada uno de los parámetros se comparó con el nivel óptimo de fertilidad de suelos según la NOM-021 para el caso físico químico, Todos los datos se compararon mediante una relación de proporcionalidad (regla de 3) para los dos sistemas de estudio (SMo y SMi) con el objetivo de generar datos equiparables a pesar de la diferencia en la naturaleza de las unidades con las que se mide normalmente cada parámetro. Finalmente se realizó un promedio de las proporciones de cada uno de los grupos para realizar la comparación con

el nivel óptimo (100 %), por lo que el SMO refleja mayores niveles de nutrientes con un total de 71 % y el SMi se encuentra por debajo con un 62 %.

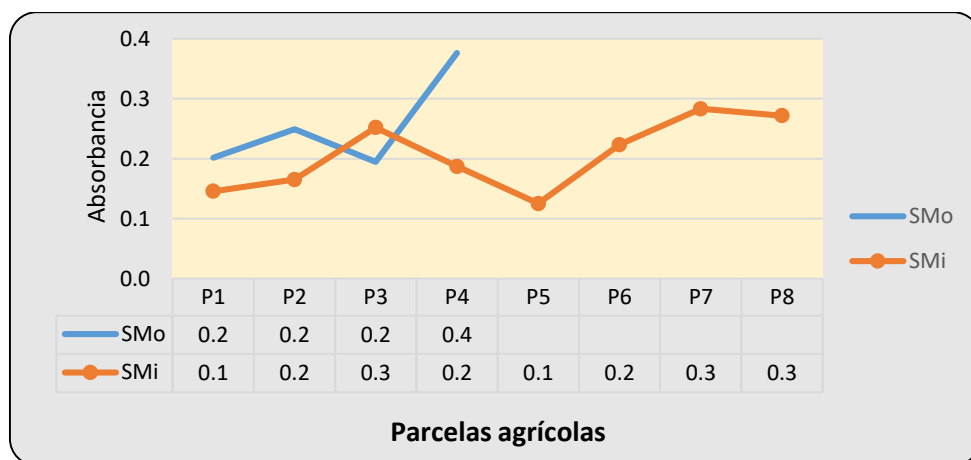
**Tabla 10.** Resultados de análisis físico-químico en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO DE LABORATORIO		NIVEL ÓPTIMO	PROPORCIÓN SMO	PROPORCIÓN SMi
		SMo	SMi			
<b>pH</b>	Escala 0-14	6.4	6.1	7	91.4	87.1
<b>Materia orgánica</b>	%	1.9	2.4	5	38.0	48.0
<b>Nitrógeno total</b>	%	0.3	0.1	0.8	37.5	12.5
<b>Arena</b>	%	65.3	66.5	45	63.6	60.9
<b>Limo</b>	%	17	20.8	40	42.5	51.9
<b>Arcilla</b>	%	17.7	12.7	15	96.5	84.9
<b>Ca</b>	cmol/kg	8.3	6.2	10	83.0	62.0
<b>Mg</b>	cmol/kg	1.1	1.0	3	36.7	33.3
<b>K</b>	cmol/kg	1	0.8	0.6	166.7	133.3
<b>CIC</b>	cmol/kg	5.9	5.1	10	59.0	51.0
<b>P</b>	mg/kg	31.61	26.4	50	63.2	52.7
<b>PROMEDIO DE LAS PROPORCIONES</b>					<b>70.7</b>	<b>61.6</b>

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

### 5. Conteo de bacterias totales en suelo

Las bacterias participan en diversos procesos vitales en el planeta, tan solo en el suelo están relacionadas con la captura y fijación de nutrientes, promueven el crecimiento vegetal de los cultivos y la descomposición de la materia orgánica, de tal forma que mejoran la fertilidad del suelo (Montaño *et al.*, 2010). Este indicador determina la actividad bacteriana. En la **Figura 4** se muestran los resultados obtenidos en laboratorio.



**Figura 4.** Actividad biológica en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo. SMO (Sistema monocultivo), SMi (Sistema milpa).

**Fuente:** Elaboración propia.

A partir de los niveles de absorbancia se calculó la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias/gramo (UFC/g). En promedio el SMO tiene  $3 \times 10^8$  UFC y el SMi reportó  $2 \times 10^8$  UFC por gramo de suelo, al igual que el análisis físico químico se reportó un mayor nivel de fertilidad en el SMO. Un suelo óptimo se considera tiene alrededor de 1,000,000,000 ( $1 \times 10^9$ ) bacterias/g de suelo (Uribe, 1999) y con respecto el sistema monocultivo tiene con un 30 % de bacterias para lograr un suelo óptimo. Mientras que el sistema milpa abarca un 20 % (Tabla 11).

**Tabla 11.** Conteo de biomasa bacteriana en suelos de Tehuatzingo, Puebla.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO DE LABORATORIO		NIVEL ÓPTIMO	PROPORCIÓN SMO	PROPORCIÓN SMi
		SMo	SMi			
Conteo bacteriano	UFC/g	$3 \times 10^8$	$2 \times 10^8$	$1 \times 10^9$	30.0	20.0

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Los datos presentados en los sistemas de manejo de la comunidad, se encuentran por arriba de niveles de poblaciones bacterianas de acuerdo a datos presentados por Hernández *et al.* (2013) en sistemas de cultivo en el estado de Chihuahua, México ( $1 \times 10^2$  a  $6.6 \times 10^3$  UFC/g) lo cual se encuentra relacionado al uso excesivo de agroquímicos e indica que las prácticas tradicionales campesinas son menos agresivas para el suelo.

## 6. Índice de Dependencia de Insumos Externos (IDIE)

Este indicador muestra la proporción del gasto total que tiene que utilizarse a la compra de insumos externos, teniendo como referencia el gasto promedio total por sistema, se calculó el indicador y conforme a la operación del IDIE se presentan los resultados finales (Tabla 12).

**Tabla 12.** IDIE en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

SISTEMA	TOTAL DE GASTOS	TOTAL DE INSUMOS EXTERNOS	IDIE
Monocultivo	\$11,674.69	\$6,446.76	55.2
Milpa	\$15,037.68	\$7,786.51	51.8

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Los resultados muestran que el SMi tiene menor dependencia de insumos externos, la cual representa un 51.8 % mientras que el SMO reportó mayor dependencia hacia el exterior con un 55.2 % (Tabla 12). Si comparamos estos resultados con lo encontrado por Sánchez *et al.* (2014) se obtuvieron valores similares para el sistema de producción

tradicional con un 61 % de dependencia y para el sistema agroindustrial con una dependencia de 91 % en la zona de Huamantla, Tlaxcala. Para el estado de Tlaxcala en general, los resultados son de una dependencia en el sistema milpa tradicional de 36 por ciento a insumos externos, mientras que el sistema de manejo en monocultivo es de 48 % (Sánchez y Romero, 2018).

Cabe destacar que 93 % de los productores utilizaron semilla nativa, comparado con un trabajo que se realizó en la región en donde un 88 % de los productores siembra con semillas nativas que seleccionan de la cosecha anterior (Ramos *et al.*, 2013) se puede concluir que en la comunidad existe una menor dependencia hacia recursos externos.

### 7. Diversificación de la fuente de ingreso

El Índice de Simpson refleja el número de las actividades como la magnitud de las fuentes de ingreso en el hogar. El término “diversificación” se orienta al incremento en el número de fuentes de ingreso y balance que existe entre ellas, a este proceso se le conoce como desagrarización en el campo mexicano por la búsqueda de alternativas de empleo tanto dentro como fuera de la comunidad hasta el punto en donde la actividad agrícola ha pasado a segundo plano.

El índice tiene un rango entre 0 y 1, entre más se aproxima a 1 indica que los hogares tienen más fuentes de ingreso. En este caso, el sistema milpa tiene mayor número de actividades que aportan a la unidad productiva.

Siguiendo la fórmula del índice de Simpson, se realizó el cálculo y se encontró que los resultados son muy semejantes para los dos sistemas de manejo, aunque los productores pertenecientes al SMi son los que más buscan diversificar sus actividades, desde sembrar otros cultivos además del maíz hasta emplearse en actividades fuera de la parcela agrícola la diferencia es muy poca con respecto a los productores del SMo (**Tabla 13**).

**Tabla 13.** Índice de Simpson en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

SISTEMA	ÍNDICE DE SIMPSON
Monocultivo	0.91
Milpa	0.96

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

El ingreso agrícola promedio en lo que refiere a los dos sistemas de estudio en un ciclo productivo es de 34,315 pesos. El cual representa 53 % de los ingresos totales, sin tomar en cuenta otras fuentes de ingreso provenientes del trabajo de todos los demás miembros de la familia en actividades fuera de la parcela agrícola (**Tabla 14**).

**Tabla 14.** Fuentes de ingreso en los hogares agrícolas de Tehuatzingo, Puebla.

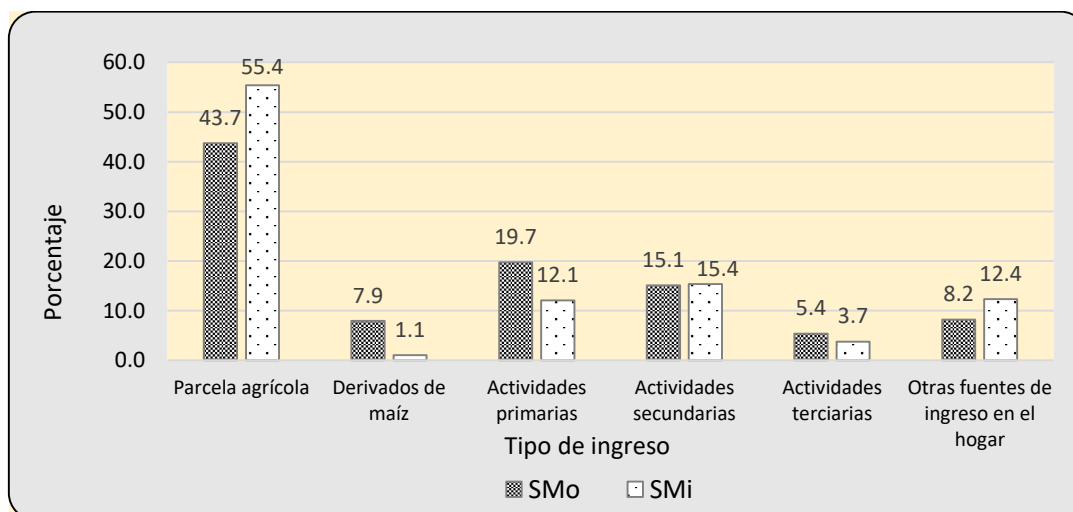
CARACTERÍSTICAS	SMo	SMi	PROMEDIO
Tamaño medio del predio (ha)	1.5	2.00	1.78
Número de ejidatarios	16	30	46
Ingreso agrícola total (Mx\$)*	26,584.06	38,438.83	34,315.43
Ingreso no agrícola (Mx\$)*	38,337.50	26,040.00	30,317.39
Otras fuentes de ingreso (Mx\$)*	6,375.00	13,383.33	10,945.65
Ingreso total (Mx\$)*	71,296.56	77,862.17	75,578.48

SMo (n=16), SMi (n=30)

\*Mx\$ = Pesos mexicanos.

**Fuente:** elaboración propia con datos de campo, 2018.

El ingreso de la parcela agrícola es mayor en el SMi dado que representa 55 % de sus ingresos totales (**Figura 5**) lo cual coincide con el índice de Simpson (Ds) debido a que realizan actividades que se encuentran mayormente ligadas a la parcela ejidal para asegurar su sustento y al mismo tiempo diversifican sus cultivos combinando maíz con calabaza. Sucede lo contrario en el SMo debido a que el porcentaje de ingresos dentro de la parcela agrícola es de 44 %.



**Figura 5.** Diversificación de la fuente de ingreso en Tehuatzingo, Libres, Puebla.

**Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto a la pluriactividad, se encontró en el grupo de SMi que 67 % de los productores se dedicaron a otra actividad distinta a la agricultura entre las que destacan el trabajo de jornalero y la construcción; oficios temporales que se realizan fuera de la comunidad. En la actualidad este tipo de migración cada vez es más común dentro de los campesinos, pues a diferencia del proceso de urbanización que se consolida en México a mediados de la década de los sesenta debido a la ola de migración campo-ciudad influenciada por el proceso de industrialización en el país, con el modelo neoliberal este tipo de migración de los campesinos hacia la ciudad se agotó, ya que si antes les permitía establecerse en ellas, en la actualidad es complicado por la precariedad de los empleos disponibles (De Grammont, 2009).

Los datos también señalan que 56 % de los productores del SMO desempeñaron otra actividad, las más importantes son el comercio y la construcción, las cuales son el complemento del ingreso familiar (**Tabla 15**). En este grupo, la mayor parte de los ingresos proviene de actividades que realizan fuera de la parcela agrícola, a diferencia del SMi.

**Tabla 15.** Índice de Simpson en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla

ACTIVIDADES	PORCENTAJE	
	SMi	SMo
<b>Comerciante</b>	7	25
<b>Construcción</b>	20	13
<b>Ganadería</b>	13	6
<b>Jornalero</b>	20	6
<b>Obrero</b>	7	6
<b>Ninguna actividad</b>	33	44
<b>Total</b>	100	100

**Fuente:** elaboración propia con datos de campo, 2018.

El grupo que tiene una mayor tendencia a la diversificación de fuentes de ingreso es el SMi, tal como lo refleja el índice de Simpson, donde el ingreso por concepto del trabajo agrícola es mayor en comparación con el SMO a consecuencia también de la diversificación de sus cultivos y su venta, siendo el ingreso principal el proveniente de la agricultura. De acuerdo a Reardon *et al.* (2004) los datos indican que a medida que los ingresos disminuyen, la pluriactividad en los hogares rurales aumenta, sucede lo contrario en el SMi donde los ingresos aumentan y al mismo tiempo la diversificación de sus fuentes.

## 8. Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT)

Es el área requerida en monocultivo para alcanzar los mismos rendimientos bajo un sistema de cultivos múltiples en una hectárea.

Los datos que se utilizaron para calcular la fórmula de ERT son los que se muestran en la **Tabla 16**, que representan el promedio de la producción por sistema de manejo.

**Tabla 16.** Rendimiento medio cosechado en Tehuatzingo, Puebla

CULTIVO	RENDIMIENTO (kg ha <sup>-1</sup> )
Calabaza en policultivo	201.5
Calabaza en monocultivo*	480.0
Maíz en policultivo	2,185.0
Maíz en monocultivo	2,656.3

\*datos tomados del SIAP, 2018

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Mediante este indicador se comprueba que en el sistema milpa se puede producir 24 % más que en el manejo de maíz en monocultivo en la misma unidad de superficie, o dicho de otra forma en tres cuartos de hectárea se produce en milpa lo que en una hectárea de maíz (**Tabla 17**). Un estudio similar demuestra que se puede llegar a producir hasta 73 % más en el sistema milpa, es decir 1.73 ha de maíz en monocultivo producen lo mismo de alimento que 1.0 ha de milpa tomando en cuenta datos de biomasa (Gliessman, 1985).

**Tabla 17.** Eficiencia Relativa de la Tierra en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

SISTEMA	ERT
Monocultivo	1
Milpa	1.24

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

En este caso, el rendimiento de maíz sembrado en monocultivo fue mayor, pero comparándolo con el SMi se produce más debido a la cosecha de semilla de calabaza que es el cultivo con el que se intercala. La calabaza de igual manera rinde más en monocultivo que en policultivo (Ebel *et al.*, 2017).

## 9. Distribución del ingreso

Se utilizó el Índice de Gini (IG) para medir la magnitud de la desigualdad del ingreso entre cada uno de los grupos utilizados. El Índice de Gini (IG) abarca un rango entre 0 y 1, por lo que entre más acerca a 1 significa que existe una mayor distribución de los ingresos y cuanto más cerca de 0 se encuentre quiere decir que hay más desigualdad en los ingresos.

Los resultados para los dos sistemas de manejo fueron muy similares (**Tabla 18**). El acercamiento al cero nos indican que existe poca concentración de la riqueza entre los productores, es decir no hay mucha diferencia entre la ganancia que tiene cada uno de ellos y que los beneficios se distribuyen de forma equitativa. Cabe destacar que existe una mejor distribución de la ganancia entre los productores del SMO.

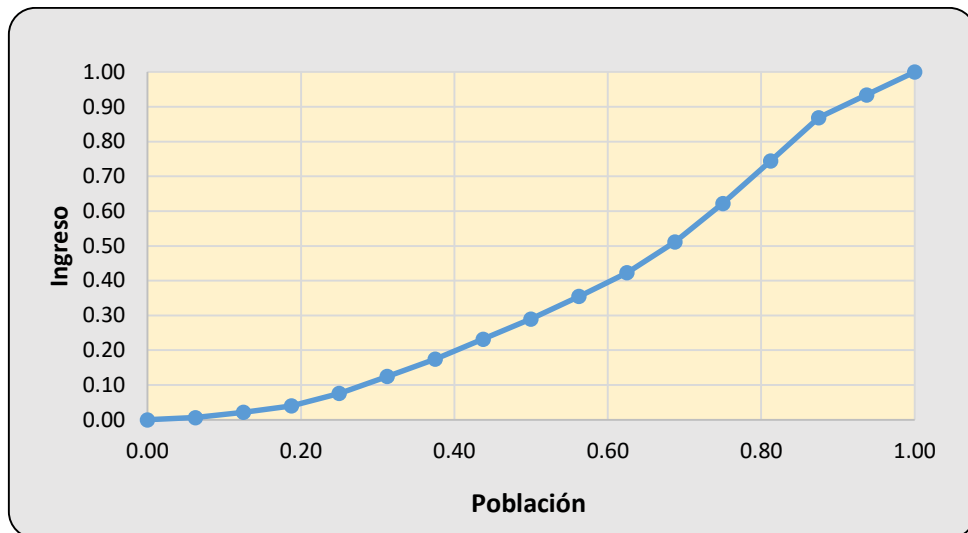
**Tabla 18.** Distribución del ingreso en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

SISTEMA	ÍNDICE DE GINI
Monocultivo	0.28
Milpa	0.34

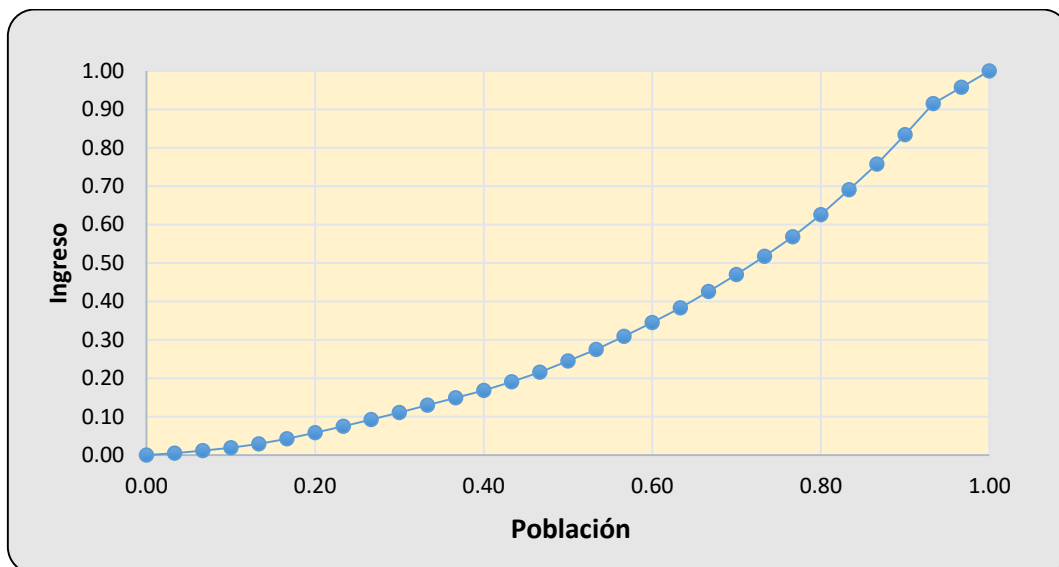
**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

En la economía mexicana, la desigualdad del ingreso es algo muy característico y generalizado tanto el ámbito urbano como rural, para el año 2014 el índice de Gini en el sector rural fue de 0.45 (Gómez y Tacuba, 2017), lo que contrasta con los resultados obtenidos en Tehuatzingo debido a que se encuentran por debajo de la media nacional. De igual forma no rebasa el promedio estatal, debido a que éste fue de 0.57 durante el mismo año (Gurusamy *et al.*, 2018). Cabe resaltar que en el estado de Puebla este índice aumentó del año 2010 al 2014, y se dio mayor desigualdad económica y rezago social.

Los resultados del IG se representan gráficamente en la curva de Lorenz, la cual nos indica de manera visual, la concentración o distribución de los ingresos. Como se menciona anteriormente, existe poca concentración de la riqueza en este agroecosistema, aunque la curva es más pronunciada en el SMi donde 50 % de la población posee aproximadamente el 25 % de la ganancia (**Figuras 6 y 7**).



**Figura 6.** Curva de Lorenz en manejo de monocultivo.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 7.** Curva de Lorenz en el sistema milpa.  
**Fuente:** Elaboración propia.

### 10. Índice de Autoempleo Agrícola (IAA)

Se refiere al promedio de jornales familiares que se requieren para producir una hectárea durante un ciclo de cultivo con respecto al total de jornales empleados

Se cuantificaron los jornales para todas las actividades: siembra, deshierbe, cultivo, doble-cultivo, segunda, fertilizaciones, agroquímicos, corte o segado, amogotado, pizca, desgrane y transporte, y se coincidieron los datos en los dos sistemas (**Tabla 19**).

**Tabla 19.** Demanda de la fuerza de trabajo en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

SISTEMA	TOTAL JORNALES EMPLEADOS	TOTAL JORNALES FAMILIARES	JORNALES PROMEDIO POR ha.
Monocultivo	39	23	0.59
Milpa	46	27	0.59

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Para los dos sistemas, el 59 % del total de jornales son a base de la mano de obra de la familia, lo cual coincide con un trabajo realizado en el Estado de México donde se menciona que el trabajo familiar es la base de la actividad campesina y, dependiendo de sus necesidades, se emplea en otra actividad (Magdaleno *et al.*, 2014).

En un trabajo realizado en la Meseta Purépecha en el estado de Michoacán, se encontró que en promedio en comunidades consideradas indígenas, el número de jornales por hectárea es de 40 contemplando el trabajo propio y empleado (Ayala y García, 2009).

El cálculo del rendimiento del trabajo mediante el ingreso neto dividido entre el número de jornales totales realizados durante el ciclo productivo muestra que el trabajo con mayor rendimiento es el realizado en el SMi, resultando \$152 por jornal y para el SMO \$96 por jornal realizado.

### 11. Emigración por sistema (EPS)

Este indicador tiene como finalidad explicar cuál de los dos sistemas de manejo retiene más personas y evita la expulsión de personas al interior del país o al exterior.

Los resultados reflejan que el sistema en monocultivo expulsa mayor cantidad de personas ya sea de forma temporal o permanente, dicho resultado se encuentra cuatro puntos porcentuales arriba del SMi (**Tabla 20**).

**Tabla 20.** Emigración en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

SISTEMA	TOTAL DE FAMILIARES PROMEDIO	NO. MIGRANTES PROMEDIO	EPS
Monocultivo	7.43	1.94	26.1
Milpa	7.72	1.73	22.4

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

En México, la emigración rural hacía otras ciudades mexicanas ha crecido significativamente desde 1980, esta situación de abandono del campo no se puede relacionar con las reformas de liberalización económica ya que éstas se dieron años después. Tan sólo del periodo de 2000-2010, un 36 % de los municipios del país incrementaron su intensidad migratoria (Rubio, 2019).

El estado de Puebla se caracteriza por tener un índice de migración medio y además porque los trabajos que desempeñan los migrantes son principalmente como jornaleros agrícolas, en la industria de la construcción y obreros en la manufactura (D'Aubeterre y Rivermar, 2007).

En cuanto al municipio de Libres, este pasó de un índice de migración medio (-2.20) en el año 2000, a un nivel de expulsión elevada (-5.22) para 2010 en cuanto a migración interna (CONAPO, 2019). Para el caso de la intensidad migratoria México-Estados Unidos se encuentra catalogado con un grado de intensidad migratoria medio.

En el caso de la comunidad de Tehuatzingo, la mayor parte de los flujos migratorios se dirigen hacia el interior del país, lo cual es semejante en los dos sistemas de estudio, y la migración al exterior tiene un menor peso (**Tabla 21**).

**Tabla 21.** Migración en las familias de Tehuatzingo, Puebla.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>S<sub>Mo</sub></b>	<b>S<sub>Mi</sub></b>
<b>Porcentaje de familias de no migrantes</b>	37.5	33.3
<b>Porcentaje de familias de migrantes</b>	62.5	66.7
<b>DESTINO</b>		
<b>Interior estado</b>	40.0	40.0
<b>Interior país</b>	40.0	45.0
<b>Exterior</b>	20.0	15.0
<b>Porcentaje de emigración temporal</b>	18.7	20.0

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

## **12. Autosuficiencia en maíz (AM)**

Este índice tiene la finalidad de indagar si la producción de maíz durante un ciclo agrícola es suficiente para alimentar al núcleo familiar.

En promedio el grupo de monocultivo presenta mayores porcentajes de autosuficiencia debido a que tienen rendimientos más altos comparados con el SMi (**Tabla 22**) y también cabe destacar que el consumo de maíz es menor.

**Tabla 22.** Abastecimiento de maíz en dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

SISTEMA	RENDIMIENTO (kg ha <sup>-1</sup> )	kg MAÍZ CONSUMIDO	% AUTOSUFICIENCIA EN MAÍZ
Monocultivo	2656.25	979.31	271.24
Milpa	2185.00	1463.79	149.27

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

El consumo per cápita de maíz en el SMO representa 184 kg y en el SMi el consumo se eleva a 223 kg debido a que las familias son ligeramente más grandes y su consumo es mayor, además de que ocupan más cantidad de grano para su autoabasto debido a que elaboran sus propias tortillas con mayor frecuencia. En México el promedio es de 116 kg al año por persona (FAOSTAT, 2019). Cabe destacar que en el SMi se consume 67 % de lo que se produce, mientras que el monocultivo este dato sólo representa 37 %.

Si se comparan únicamente los resultados dicotómicos respecto si es autosuficiente o no, el resultado arroja 93 % de las unidades de producción del SMi son autosuficientes, muy similar al porcentaje reportado por el SMO en donde sólo hay un punto de diferencia entre ambos ya que se eleva a 94 %. Resultados muy similares se reportan en la Meseta Purépecha debido a que 97 % de las unidades presentan un resultado positivo entre en la maíz producido y el maíz consumido (Ayala y García, 2009). También cabe destacar que la región del Distrito de Desarrollo Rural (DDR) Libres es la única en el estado que no presenta un déficit alimentario en cuanto a este grano básico (Flores *et al.*, 2014).

El estado de Puebla se encuentra entre los primeros ocho lugares a nivel nacional en cuanto a producción de maíz, aun así el consumo es mayor por lo que existe un déficit alimentario. El DDR de Libres es la excepción tomando en cuenta todas las regiones del estado, tan solo entre los DDR de Cholula y Libres se produce 60 % del total de producción en todo el estado (Flores *et al.*, 2014).

En la comunidad de Tehuatzingo la cosecha de maíz se orienta al auto-consumo y cuando hay excedentes se vende al mercado local o municipal, lo cual se asemeja a otras regiones

en el país. En este caso los dos sistemas de estudio son autosuficientes en cuanto a la cuestión alimentaria además del excedente que existe para la comercialización.

También en los dos sistemas la mayor parte de la semilla utilizada es criolla, los datos reportados en el SMi son un 97 % de los campesinos manifiestan sembrar con semilla nativa, dato muy similar en el SMo debido a que se encuentra en 94 %. Resultados similares a los reportados en el municipio de Libres en donde 88 % de los productores realiza un proceso de selección de semilla derivada de la cosecha anterior, es decir se escogen las mazorcas más grandes, libres de plagas y enfermedades (Ramos *et al.*, 2013).

El mejoramiento genético se lleva a cabo a partir del intercambio de semillas que realizan los productores, tan solo 13 % de ellos (aplica para los dos grupos) compra su semilla; es decir, que depende del exterior y el precio va de 6 a 10 pesos, mientras que 69 % de los productores del SMo intercambia su semilla con otros productores de la región y 50 % de campesinos hace lo mismo con sus semillas en el SMi. El otro 19% y 37 % respectivamente para cada grupo siembra de la semilla propia que seleccionan de su parcela (**Tabla 23**).

**Tabla 23.** Origen de la semilla de siembra, en Tehuatzingo, Puebla.

<b>SISTEMA DE MANEJO</b>				
<b>ORIGEN</b>	<b>MONOCULTIVO</b>		<b>MILPA</b>	
	No. Productores	%	No. Productores	%
<b>Propia</b>	3	19	11	37
<b>Comprada</b>	2	13	4	13
<b>Intercambio</b>	11	68	15	50

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

En esta comunidad se nota un arraigo muy fuerte hacia la tierra, uno de los motivos principales por cual siguen sembrando es por tradición, esta cuestión se encuentra reflejada de la misma manera en los dos grupos de manejo, en segundo término está el aspecto económico, seguido del culinario de igual forma para los dos sistemas (**Tabla 24**), en este sentido los productores manifestaron que el sabor de la tortilla hecha en maquina no es el mismo que la tortilla que realizan en casa.

**Tabla 24.** Motivos por los que siguen sembrando maíz, en Tehuatzingo, Puebla.

MOTIVO PARA SEMBRAR MAÍZ	SISTEMA DE MANEJO			
	Monocultivo		Milpa	
	No. Productores	%	No. Productores	%
Aspecto culinario	3	19	6	20
Tradición	6	38	10	33
Economía	3	19	9	30
Autoempleo	1	6	3	10
Forraje	2	13	2	7
Rotación de cultivos	1	6	0	0
<b>Total</b>	16	100	30	100

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

### *Paso 5. Integración de resultados*

La integración de resultados (**Tabla 25**) se realizó por indicadores diferenciando cada uno de los sistemas de manejo; siendo el manejo en milpa el sistema de referencia y el manejo en monocultivo el sistema alternativo.

Los resultados se comparan con un nivel óptimo para el agroecosistema maíz, por lo que éstos se registran en proporción al ideal que equivale a 100 %, lo cual posteriormente se graficó (**Figura 8**).

**Tabla 25.** Puntos óptimos del agroecosistema maíz, en Tehuatzingo, Puebla.

ATRIBUTO	INDICADOR	CRITERIO PARA EL ÓPTIMO	VALOR ÓPTIMO	VALOR ACTUAL	
				SMo	SMi
PRODUCTIVIDAD	1. Relación Beneficio-Costo	Que no exista pérdida económica durante el proceso de producción.	1:1 (100 %)	1: 1.23 (100 %)	1:1.37 (100 %)
	2. Relación Insumo-Producto	Debe haber una relación de igualdad.	1 (100 %)	1.20 (100 %)	1.37 (100 %)
ESTABILIDAD,	3. Variación de rendimiento actual en maíz	Rendimiento debe ser igual o mayor que	0 (100 %)	-14.71 (85.3 %)	-5.64 (94.4 %)

		el ciclo anterior.			
	4. Elementos físico químicos del suelo	Según la NOM-021	100 (100 %)	70.74 (70.7 %)	61.61 (61.6 %)
	5. Conteo de bacterias totales en suelo	bacterias/g de suelo	1x10 <sup>9</sup> (100 %) (Uribe, 1999)	3x10 <sup>8</sup> (30 %)	2x10 <sup>8</sup> (20 %)
<b>ADAPTABILIDAD</b>	6. Índice de dependencia de insumos externos	Que la independencia no sea menor a 70 %	30 % (100 %) (Velasco, 2010)	55.22 % (64.0 %)	51.78 % (68.9 %)
	7. Diversificación de la fuente de ingreso	El grado de diversificación promedio para actividades tradicionales del campo en cultivos básicos <sup>4</sup>	0.5 (100 %)	0.91 (18 %)	0.96 (12 %)
	8. Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT)	Que sea mayor que 1 significa mayor productividad <sup>5</sup>	1.60 (100 %)	1.00 (62.5 %)	1.24 (77.5 %)
<b>EQUIDAD</b>	9. Distribución del ingreso	Índice de Gini, cuando es cero existe una baja concentración de la riqueza.	IG=0 (100 %)	IG=0.28 (72 %)	IG=0.34 (66 %)
	10. Índice de autoempleo agrícola	El ideal es que no se tenga que pagar por concepto de fuerza de trabajo	1 (100 %)	0.59 (59 %)	0.59 (59 %)
	11. Emigración por sistema	Entre más se acerca al nivel de no	3 (100 %)	26.1 (76.2 %)	22.4 (80 %)

<sup>4</sup> Fue de 0.506 (Mora y Cerón, 2015)

<sup>5</sup> Se considera 1.60 como valor óptimo tomado para la producción de maíz-calabaza conforme el índice de Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT) en una producción a una altitud de 2,611 m en el estado de México (Ebel *et al.*, 2017).

		emigración es ideal.			
<b>AUTODEPENDENCIA (AUTOGESTIÓN)</b>	12.Autosuficiencia en maíz	Cubrir la demanda de maíz para el consumo familiar.	100 (100 %)	271.2 (100 %)	149.3 (100 %)

**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Se realizó una prueba de t comparando las medias de las variables de los sistemas de manejo: sistema monocultivo vs sistema milpa (**Tabla 26**). Los resultados muestran que el SMi tiene características similares al SMo sin embargo hablamos de un sistema milpa modificado por las tecnologías existentes tanto por el uso de fertilizantes químicos como en los procesos de siembra introducidos a este sistema.

Con base en los análisis de los valores del residual t podemos observar a simple vista no se notan grandes diferencias entre un sistema y otro, esto se debe en gran medida a que ambos sistemas presentan características muy similares, en tanto al manejo y preparación de la tierra, como el uso de fertilizantes para mejorar la cosecha y otros insumos químicos para el control de hierbas e insectos.

Si bien estos resultados no reflejan los beneficios del sistema tradicional (milpa), permite entender el panorama de desgaste que ambos sistemas representan. Siendo un contraste muy significativo ya que el sistema tradicional se basa esencialmente en mantener un suelo fértil sin agentes químicos mejoradores; partiendo de dicha premisa podemos entender que el sistema tradicional permite no solo la regeneración del suelo, sino además, la presencia de vegetación adicional o cooperativa al sistema milpa como lo son los diversos tipos de arvenses que aparecen a la par de cada proceso de crecimiento del producto principal, mismos que en otros sistemas son considerados malezas, sin embargo, ahora sabemos que este tipo de plantas mantienen las características del suelo, además de proporcionar alternativas de alimentación durante el proceso de crecimiento del cultivo principal.

**Tabla 26.** Significancia estadística entre los dos sistemas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.

INDICADORES	SISTEMA DE MANEJO	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MEDIA DE ERROR ESTÁNDAR	SIG.	t
1. Relación Beneficio-Costo	SMo	3	1.113	0.831	0.479	1.298	0.318
	SMi	3	1.756	1.478	0.853		
2. Relación Insumo-Producto	SMo	3	1.083	0.801	0.462	1.438	0.297
	SMi	3	1.756	1.478	0.853		
3. Variación de rendimiento actual en maíz	SMo	3	-4.070	39.83	22.996	5.421	0.08
	SMi	3	44.786	137.139	79.177		
4. Elementos físico-químicos del suelo	SMo	3	91.360	70.639	40.783	.771	0.424
	SMi	3	69.146	61.013	35.226		
5. Conteo de bacterias totales en suelo	SMo	3	300000000	100000000	57735027	1.00	1.225
	SMi	3	200000000	100000000	57735027		
6. Índice de dependencia de insumos externos	SMo	3	51.266	26.353	15.215	0.405	0.559
	SMi	3	50.136	18.42	10.634		
7. Diversificación de la fuente de ingreso	SMo	3	0.670	0.495	0.286	0.006	0.940
	SMi	3	0.686	0.508	0.293		
8. Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT)	SMo	3	0.700	0.519	0.300	0.103	0.764
	SMi	3	0.780	0.601	0.346		
9. Distribución del ingreso	SMo	3	0.460	0.476	0.274	0.008	0.934
	SMi	3	0.480	0.466	0.269		
10. Índice de autoempleo agrícola	SMo	3	0.603	0.390	0.225	0.154	0.715
	SMi	3	0.540	0.486	0.281		
11. Porcentaje de emigración por sistema	SMo	3	32.500	36.127	20.858	0.057	0.823
	SMi	3	28.300	31.664	18.281		
12. Nivel de autosuficiencia maicera	SMo	3	364.300	418.818	241.804	0.165	0.705
	SMi	3	262.866	334.438	193.088		

( $P < 0.05$  existe diferencia significativa)

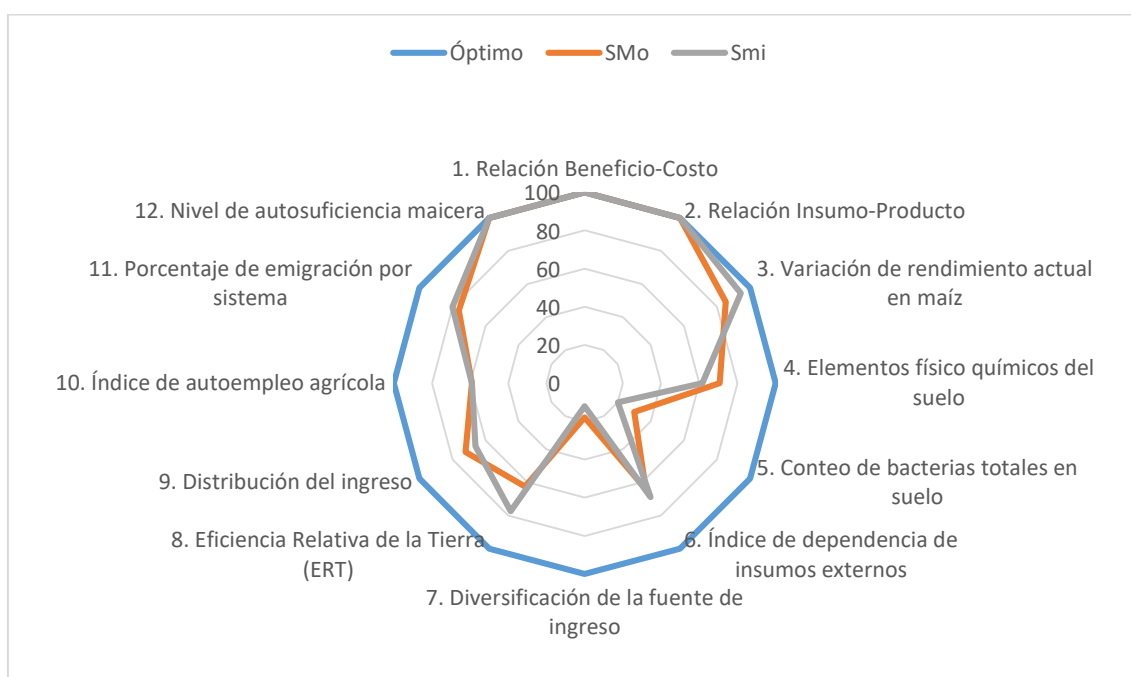
**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Dado los resultados anteriores mediante la prueba de t de Student, se refleja que en ninguno de los doce indicadores existe una diferencia significativa. Lo cual comprueba que los dos sistemas de manejo en la comunidad en términos de la evaluación de sustentabilidad son iguales.

Podemos señalar que el sistema milpa, perdió algunas de sus características al adoptar productos químicos invasivos que lo convierten, si no igual al SMo muy cercano a los resultados, siendo así que en un futuro este proceso dañaría la calidad del suelo, los mantos acuíferos, y en general la biodiversidad del agroecosistema. Una característica importante en el sistema milpa es la ausencia de leguminosas u otras plantas asociadas al

maíz que de manera tradicional se cultivaban y casi se extingue este tipo de policultivo en la zona de estudio.

El gráfico tipo amiba (**Figura 8**) integra los resultados de los 12 indicadores y ayuda a comparar las dos formas de manejo del agroecosistema maíz (milpa y monocultivo) y compararlos con un nivel óptimo, de tal forma que promediando todos los indicadores se calculó el área que abarca cada uno de los sistemas, el SMi ocupa un 70.0 % y el SMO 69.8 %. En términos de sustentabilidad, indica que tanto el de referencia (SMi) como el sistema alternativo (SMo), son iguales.



**Figura 8.** Comparación de los sistemas de estudio por medio de 12 indicadores.

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis de los resultados con resultados idénticos; se refiere a los indicadores beneficio costo, insumo-producto, índice de autoempleo agrícola y la autosuficiencia en maíz. Siendo los dos primeros los que mayormente se acercan al punto óptimo. Existen otros en donde los resultados también son muy semejantes entre ambos sistemas y las variaciones son mínimas como en el índice de dependencia de insumos externos, la diversificación de la fuente de ingreso, la distribución de ingresos y el porcentaje de emigración por sistemas.

Las ventajas que se encuentran dentro del sistema milpa sobre el SMO son en el Índice Relativo de la Tierra (IRT) y en la variación de rendimiento actual en maíz, debido a que hubo menos afectaciones por factores externos (sequía o heladas). Pero estos resultados

contrastas con el SMO, que muestra una ventaja en los nutrientes y fertilidad del suelo medida en los indicadores; elementos físico-químicos y conteo de bacterias en suelo.

Si bien se ha mencionado que los sistemas de estudio en la localidad comparten elementos en común, y no hay un factor determinante por el que el productor pueda cambiar su sistema de manejo, sino que la decisión se toma dependiendo su situación económica, pues para sembrar calabaza se necesita de una mayor inversión.

## **X. CONCLUSIONES**

1. El sistema milpa se encuentra .02 % por encima del sistema en monocultivo en términos de sustentabilidad; la diferencia es casi nula, se debe a que la forma de manejo es la misma en los dos sistemas, sin embargo, en el sistema milpa la asociación con el cultivo de calabaza fortalece la eficiencia relativa de la tierra y mínimamente la independencia de insumos externos. Por tanto, la hipótesis específica 1, se acepta, no obstante su semejanza.
2. El sistema milpa genera mayores ingresos económicos por la asociación con calabaza. La venta de semilla de calabaza suma ingresos al sistema, situación que no ocurre en el sistema de monocultivo. En este sentido la hipótesis específica 2 se acepta.
3. En ambos sistemas los principales beneficios sociales generados son el autoempleo agrícola y la autosuficiencia en la producción de maíz, sin embargo, no existe diferencias, ya que ambos cumplen estas funciones en la misma proporción. Con estos resultados, la hipótesis 3 no se acepta.
4. En lo general, los dos sistemas de manejo se encuentran casi en el mismo nivel de sustentabilidad; el SMi ocupa un 70.0 % y el SMo 69.8 %. El sistema milpa (referencia) es ligeramente más sustentable que el sistema alternativo (SMo). Con estos datos se acepta la hipótesis general.
5. Los dos sistemas de manejo del agroecosistema maíz de la localidad de Tehuatzingo, Libres, Puebla son muy similares: el manejo es similar y, siguen utilizando la tecnología propia de la agricultura tradicional familiar. En los dos sistemas se siembra básicamente para el autoconsumo.
6. Se cumplieron los objetivos planteados y fue posible tener un acercamiento al estado de sustentabilidad del agroecosistema maíz en sus dos formas de manejo en Tehuatzingo, Puebla.
7. Metodológicamente fue posible aplicar el MESMIS a un caso específico para acercarnos a medir la sustentabilidad. Sin embargo, para los indicadores que

integran un conjunto de subindicadores, se requiere profundizar en metodologías cuyos resultados reflejen el estado de cada subindicador en el indicador integrado.

## **XI. RECOMENDACIONES FINALES**

El sistema milpa es el que menores niveles de fertilidad de suelo presenta, se debe poner atención a suelo, aunque el uso de herbicidas e insecticidas es casi nulo, lo cual es bastante importante para el cuidado del ambiente, los niveles de nutrición no con los más adecuados y lo que indican los estudios es la baja fertilidad, debido a la extracción de nutrientes al añadir otro cultivo además del maíz, de tal manera que este problema es el reflejo del manejo que se le ha dado al suelo durante periodos pasados. Es importante para amortiguar estos daños al agroecosistema, no extraer toda la cosecha sino dejar los residuos de la cosecha en el campo para incorporarse como fuente de materiales orgánicos.

Se ha confirmado que el sistema milpa basado en el uso de productos químicos trae a largo plazo deficiencias en el suelo, por lo que se requiere mantener la vegetación presente en cada proceso de producción, además de la diversificación o rotación de cultivos para mantener tanto la producción principal, como permitirnos aprovechar esta vegetación llamada arvenses para consumo y como restaurador del agroecosistema.

En la comunidad no se realiza un sistema milpa tradicional, como fuente y base de la alimentación, si no que los cultivos tradicionales se están inclinando también hacia la generación de ganancia económica, lo cual puede orillar a un cambio en el patrón de cultivos. Por tanto desde la generación de las políticas públicas se deben impulsar, estimular y fomentar la siembra de cultivos tradicionales.

Si bien la milpa tradicional fue el alimento base de la cultura en Mesoamérica, pero en la actualidad no se sigue realizando de la misma manera, lo cual indica que es un sistema que se está perdiendo, por esto se debe poner énfasis en el sistema milpa y reforzar las prácticas tradicionales.

## XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albino, R., Santiago, H., Bailleres, D., Lemus, M. A. y González, L. (2017). "Sistema milpa en comunidades originarias y su adaptación contemporánea. *La Jornada del Campo*, 19 de agosto. Disponible en <http://www.jornada.unam.mx/2017/08/19/cam-comunidades.html> [Consultado 19-03-2018].
- Altieri, M. A. (1991). ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? En *Agroecología y Desarrollo*. *CLADES*, (1), 1-14.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Revista Agroecología*, 8 (1), 7-20.
- Altieri, M.A. y Nicholls, C. I. (2000). *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México, D.F.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Appendini, K. (2010). La regularización de la tierra después de 1992: la "apropiación" campesina de PROCEDE. En Yúnez, A. (Coord.). (2010). *Los grandes problemas de México: economía rural*. (pp.63-94). México, D.F.: El Colegio de México, A. C.
- Aragao, B. y Almada, F. (2016). *La agricultura familiar en las Américas: principios y conceptos que guían la cooperación técnica del IICA*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Recuperado de <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2609/1/BVE17038696e.pdf>. [Consultado 19-03-2018].
- Ávila, F., Castañeda, Y., Massieu, Y., Noriero, L. y González, A. (2014). Los productores de maíz en Puebla ante la liberación de maíz genéticamente modificado. *Sociológica*, 29 (82), 45-81.
- Ayala, A.V., Schwentesius, R. de la O., Preciado, P., Almaguer, G. y Rivas. P. (2013). Análisis de la rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 10 (4), 381-395.
- Ayala, D.A. y García, R. (2009). Contribuciones metodológicas para valorar la multifuncionalidad de la agricultura campesina en la Meseta Purépecha. *Economía, Sociedad y Territorio*, 9 (31), 759-801.
- Barkin, D. (2002). La soberanía alimentaria: el quehacer del campesinado mexicano. *Estudios Agrarios*, 9 (22), 35-65.

- Bartra, A. (2017). “Que el campo alimente al campo: la milpa ampliada”, *La Jornada del Campo*, 19 de agosto. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2017/08/19/cam-milpa.html> [Consultado 11-11-2017].
- Boege, E. (2008). *El Patrimonio Biocultural de los Pueblos Indígenas de México: Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. México D.F. Instituto de Antropología e Historia.
- Boege, E. (2009). Centros de origen, pueblos indígenas y diversificación del maíz. *Ciencias*, (92-93), 18-28.
- Bonilla, M., Pajares, S., Vigueras, J. G., Sigala, J. C. y Le Borgne, S. (2016). Manual de prácticas de microbiología básica. México, D. F.: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Carabias J. y Provencio E. (1993). El enfoque del desarrollo sustentable: una nota introductoria. En Azuela, A., Carabias J., Provencio E. y Quadri, G. *Desarrollo sustentable. Hacia una política ambiental* (pp.1-180). México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carson, R. (1962). *Primavera silenciosa*. Madrid, España: Houghton Mifflin Harcourt.
- Casanova, L., Martínez, J., López, S. y López, G. (2016). De von Bertalanffy a Luhmann: Deconstrucción del concepto “agroecosistema” a través de las generaciones sistémicas. *Revista Mad. Revista del Magister en Análisis Sistémico Aplicado a la Sociedad*, (35), 60-74.
- Ceccon, E. (2008). La revolución verde: tragedia en dos actos. *Ciencias*, (91), 20-29.
- CEDRSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria). (2014). Elementos para la definición de la Agricultura Familiar. Recuperado de: [http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/90Agricultura\\_familiar.pdf](http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/90Agricultura_familiar.pdf) [Consultado 26-10-2019].
- CEIGEP (Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla). (2019). Recuperado de: [http://ceigep.puebla.gob.mx/informacion\\_basica\\_municipio.php](http://ceigep.puebla.gob.mx/informacion_basica_municipio.php) [Consultado 26-10-2019].
- Chiriboga, M. (1996). Desafíos de la pequeña agricultura familiar frente a la globalización. En Martínez, L. (Coord.) *El desarrollo sostenible en el medio rural*. Ecuador: FLACSO. Pp. 63-88.

- CONAPO. (2019). Consejo Nacional de Población. Indicadores de Migración Interna.
- Country Meters. (2019). Population of the world and countries. Recuperado de <https://countrymeters.info/en>
- Cruz, A. (1994). 500 años de tracción animal y arados simétricos en México. *Revista de Geografía Agrícola. Estudios de la agricultura mexicana*, (19), 145-150.
- D'Aubeterre, M. y Rivermar, L. (2007). Tres circuitos migratorios Puebla-Estados Unidos: una lectura comparativa. *Nuevo Mundo Mundos Nuevos*. Debates. Recuperado de: <https://journals.openedition.org/nuevomundo/10413>
- De Grammont, H. (2009). La desagrarización del campo mexicano. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*. 16 (50), 13-55.
- Dyer, G.A. (2010). Uso de suelo en México: ¿conservación o desarrollo? En: Yúnez, A. (Coord.). (2010). *Los grandes problemas de México: economía rural*. (pp.95-144). México, D.F. El Colegio de México, A. C.
- Ebel, R., Pozas, J.G., Soria, F. y Cruz, J. (2017). Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. *Terra Latinoamericana*, 35 (2), 149-160.
- Esteva, G. (1990). *La batalla en el México rural*. México, D.F. Siglo Veintiuno Editores.
- FAO (2002). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Agua y cultivos: logrando el uso óptimo del agua en la agricultura*. Roma, Italia: FAO.
- FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2019). Estadísticas. Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Fernández, R., Morales L.A. y Gálvez, A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. *Rev. Fitotec. Mex.*, 36 (3-A), 275-283.
- Flores, L. A., García, J.A., Mora, J.S. y Pérez, F. (2014). Producción de maíz (*Zea mays* L.) en el estado de Puebla: un enfoque de equilibrio espacial para identificar las zonas productoras más competitivas. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 11 (2), 223-239.
- Foladori, G. y Pierri, N. (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. México, D.F.: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Fritscher, M. (2002). El impacto de la globalización sobre el sistema alimentario en México. *Polis: Investigación y análisis sociopolítico y psicosocial*, (2), 283-308.

- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Gliessman; S.R. (1985). Multiple cropping systems: A basis for developing an alternative agriculture. En: Elfring, C. (Ed.). *Innovative biological technologies for lesser-developed countries*. Washington, DC: U. S. Congress, Office of Technology Assessment.
- Gómez, I., Cartagena, R., Ortiz, X. y Díaz, O. (2013). La agricultura familiar campesina en Centroamérica: una apuesta estratégica frente a los desafíos de los territorios rurales. *Revista Realidad*, (137), 511-525.
- Gómez, L. y Tacuba, A. (2017). La política de desarrollo rural en México. ¿Existe correspondencia entre lo formal y lo real? *ECONOMÍAunam*, 14 (42), 93-117.
- Gurusamy, V., Jiménez, L., Jaramillo J.L., Martínez, D.C., Sánchez, M. y Méndez, M.E. (2018). Estructura del ingreso y consumo de hogares rurales en diferentes regiones agro-económicas de Puebla, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15 (2), 215-233.
- Gutiérrez, J.G., Aguilera, L.I. y González, C.E. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, (46), 51-87.
- Guzmán, E., De la Garza, M. T., González, J. P. y Hernández, J. (2014). Análisis de los costos de producción de maíz en la región Bajío de Guanajuato. *Revista Análisis Económico*, 29 (70), 145-156.
- Guzmán, G.I., González, M. y Sevilla, E. (2000). *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Hernández, E. (1998). La agricultura tradicional en México. *Comercio Exterior*, 38 (8), 673-678.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. del P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México, D.F.: McGRAW-HILL
- Hernández, L., Munive, J. A., Sandoval, E., Martínez, D. y Villegas, M. C. (2013). Efecto de las prácticas agrícolas sobre poblaciones bacterianas del suelo en sistemas de cultivo en Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4 (3), 353-365.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario estadístico y geográfico de Puebla). (2017). Recuperado de [https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)

- Leff, E. (2010). *Saber Ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. México, D.F.: Siglo XXI Editores.
- Linares E. y Bye R. (2015). Las especies subutilizadas de la milpa. *Revista Digital Universitaria*, 16 (5), 1-22.
- Linares, E. y Bye, R. (2011). ¡La milpa no es sólo maíz!. En Álvarez, E., Carreón, A., y San Vicente A., *Haciendo milpa: la protección de las semillas y la agricultura campesina* (pp.1-91). México, D.F. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Llambí, L. y Pérez, E. (2007). Nuevas ruralidades y viejos campesinismos. Agenda para nueva sociología rural latinoamericana. *Cuadernos Des. Rural*, 4 (59), 37-61.
- Magdaleno, E., Jiménez, M. A., Martínez, T. y Cruz, B. (2014). Estrategias de las familias campesinas en Pueblo Nuevo, municipio de Acambay, Estado de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 1 (2), 167-179.
- Martínez, R. (2008). Agricultura tradicional campesina: características ecológicas. *Tecnología en Marcha*, 21 (3), 3-13.
- Masera, O., Astier, M. y López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*. México, D.F. MUNDI-PRENSA, GIRA A.C., Instituto de Ecología UNAM.
- Massieu, Y. y Lechuga, J. (2002). El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Revista Análisis Económico*, 17 (36), 281-303.
- Montaño, N. M., Sandoval, A. L., Camargo, S. L. y Sánchez, J. M. (2010). Los microorganismos: pequeños gigantes. *Elementos: Ciencia y cultura*, 17 (77), 15-23.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2019). Población. Recuperado de: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>
- Orsini, G., Domínguez, N. y Serfaty, N. (2018). Asociativismo y agro: el caso de las familias productoras en Entre Ríos, Argentina. *SaberEs*, 10 (1), 67-85.
- Platas, D. E., Vilaboa, J., González, L., Severino, V. H., López, G. y Vilaboa, I. (2017) Un análisis teórico para el estudio de los agroecosistemas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20 (3), 395-399.
- Ramos, J.G., Jaramillo, J. L., Parra, I.F. y González, J. G. (2013). Factores que determinan la persistencia de la producción campesina de maíz: el caso del municipio de Libres, Puebla. *Ra Ximhai*, 9 (1), 15-28.

- Rigby, D. y Cáceres, D. (2001). Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems*, (68), 21-40.
- Ríos, J.L., Espinoza, H., Vergara, M. A., Torres, M., Hernández, M. A. y Sánchez, S. (2010). Producción, productividad y rentabilidad de maíz forrajero (*Zea mays*) regado por gravedad en la Laguna, México de 1990-2005. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 9 (1), 5-10.
- Rosset, P. (1998). La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos, y el enfoque agroecológico. *Policy Brief*, (3), 1-15.
- Rubio, B. (1997). La política agropecuaria neoliberal y la crisis alimentaria (1988-1996). En: Gómez, M. A. y Schwentesius, R., *El campo Mexicano: ajuste neoliberal y alternativas*. (pp. 17-36). Juan Pablos Editor. México, D.F.
- Rubio, B. (2013). *La crisis alimentaria mundial: impacto sobre el campo mexicano*. México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rubio, B. (2019). La dependencia alimentaria en tiempos de desvalorización de las materias primas: México en la encrucijada. En: Rubio, B. y Pasquier, A. (eds.). *Inseguridad alimentaria y políticas de alivio a la pobreza: una visión multidisciplinaria*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Saad, I. (2004). Maíz y libre comercio en México. *Revista Claridades Agropecuarias*, (127), 3-60.
- Sabourin, E., Samper, M., Le Coq, J.F., Massardier, G., Sotomayor, O. y Marzin, Jacques. (2015). Análisis transversal de las políticas sobre agricultura familiar en América Latina. En Sabourin, E.; Samper, M. y Sotomayor, O. (Eds.). *Políticas públicas y agriculturas familiares en América Latina y el caribe: nuevas perspectivas*. San José, Costa Rica: CEPAL.
- Salcedo, S., De La O, A. P. y Guzmán, L. (2014). El concepto de agricultura familiar en América Latina y el Caribe. En Salcedo, S. y Guzmán, L. (Eds.). *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política*. Santiago, Chile: FAO.
- Sánchez, M.P. y Romero, A.O. (2017). *El sistema milpa y la producción de maíz en la agricultura campesina e indígena de Tlaxcala*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

- Sánchez, M.P. y Romero, A.O. (2018). Evaluación de la sustentabilidad del sistema milpa en el estado de Tlaxcala, México. *Nueva época*, 8 (15), 107-134.
- Sánchez, M.P., Ocampo, F.I., Parra, I.F., Sánchez, E.J., María, R.A. y Argumedo, A. (2014). Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala, México. *Agroecología*, 9, 111-122.
- Sans, F. X. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 16 (1), 44-49.
- Sarandon S.J. y Flores C.C (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentable*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Schneider, S. 2014. La agricultura familiar en América Latina: un nuevo análisis comparativo. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA): Roma, Italia.
- Sevilla Guzmán, E. (2013). El despliegue de la Sociología Agraria hacia la Agroecología. *Cuides: Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible* (10), 85-109.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción Agrícola). (2019). <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [Consultado 31-10-2019]
- Teubal, M. (2001). Globalización y nueva ruralidad en América Latina. En N. Giarracca (coord.), *¿Una nueva ruralidad en América Latina?* (pp. 45-65). Buenos Aires: CLACSO.
- Toledo, V.M. (2015) ¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológico política. *Interdisciplina*, 3 (7), 35-55.
- Toledo, V.M. (2016). “Agroecología y revolución”, *La Jornada*, 16 de agosto. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2016/08/16/opinion/018a2pol> [Consultado 31-10-2017]
- Toledo, V.M., Alarcón-Cháires, P. y Barón, L. (2009). Revisualizar lo rural desde una perspectiva multidisciplinaria. *Polis: Investigación y análisis sociopolítico y psicosocial*, 8 (22), 1-22.
- Toledo, V.M.; Carabias, C., Mapes, C. y Toledo, C. (1993). *Ecología y autosuficiencia alimentaria: hacia una opción basada en la diversidad biológica, ecológica y cultural de México*. México, D.F.: Siglo veintiuno editores S.A. de C.V.
- Unceta, K. (2014). *Desarrollo, postrecimiento y buen vivir*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala.
- Uribe, L. (1999). Uso de indicadores microbiológicos de suelos: ventajas y limitantes. *XI Congreso Nacional Agronómico/ III Congreso Nacional de Suelos 1999*. Congreso llevado a cabo en San José, Costa Rica.

- Van der Ploeg, J. D. (2013). Diez cualidades de la agricultura familiar. *LEISA revista de Agroecología*, 29 (4), 6-8.
- Vidal, A., Herrera, F., Ramírez, J. L., Hernández, J. M., Sánchez, J. de J., Coutiño, B. de J., Álvarez, A. y Valdivia, R. (2017). *Maíces nativos de Nayarit, México*. Santiago Ixcuintla México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Villa Issa, M. (2008). *¿Qué hacemos con el campo mexicano?*. México, D.F. Colegio de Postgraduados, El Colegio de Puebla, A. C., Mundi Prensa México.
- Yúnez, A. (Coord.). (2010). *Los grandes problemas de México: economía rural* (vol. 11). México, D.F. El Colegio de México, A. C.
- Yúnez, A.; Cisneros, A. I. y Meza, P. (2013). Situando la agricultura familiar en México: Principales características y tipología. *RIMISP. Serie Documentos de Trabajo N° 149*. Santiago, Chile. pp. 1-40.
- Zizumbo D. y Colunga, P. (2017). La milpa del occidente de Mesoamérica: profundidad histórica, dinámica evolutiva y rutas de dispersión a Suramérica. *Revista de geografía agrícola*, (58), 33-46.

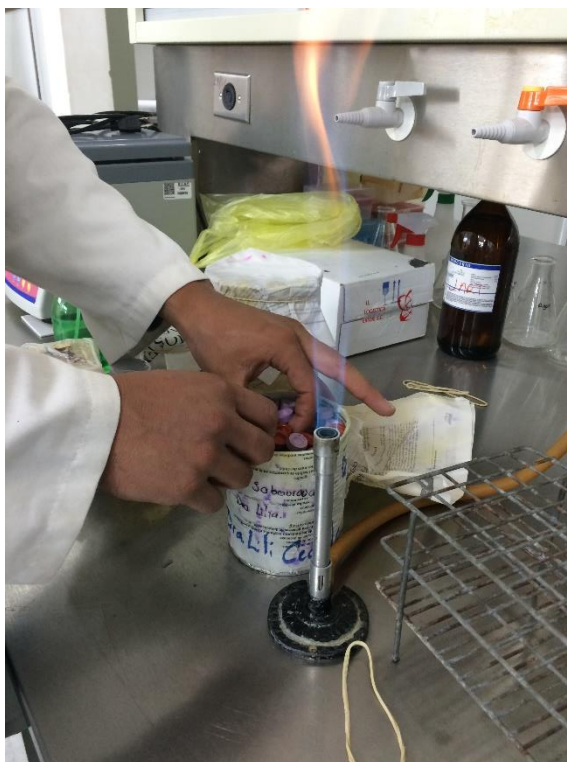
### **XIII. ANEXOS**

#### **Anexo 1. Elaboración de caldo nutritivo para conteo de biomasa bacteriana.**

Se trabajó en un ambiente debidamente esterilizado; la mesa de laboratorio se limpió con alcohol, y se flameó con un mechero de alcohol. En un inicio se preparó el caldo nutritivo para esto se vertió en 10 mL de agua tridestilada, para lo cual se utilizó un vaso de precipitado, posteriormente, se homogenizó la solución y se vertió en una botella para medio de cultivo líquido graduada de 200 mL, se cerró sin llegar al tope de la rosca de la botella (80 % aproximadamente de su capacidad), posteriormente se colocó aluminio alrededor de la tapa, cubriendo hasta 1/4 del cuerpo de la botella.

Se preparó el autoclave agregando agua hasta el límite de la rejilla, se agregó la botella para medio de cultivo líquido que contenía el caldo nutritivo, el autoclave se cerró y se esterilizó el caldo nutritivo a 15 libras/pulgada<sup>2</sup> (psi) durante 15 minutos, cuando bajó la presión al mínimo del manómetro, se retiró el caldo nutritivo y se vertió en los tubos de ensayo, flameándolos antes y después de introducir la pipeta.

Se colocaron los tubos en la gradilla (**Figura 9**) donde se vertieron cada una de las muestras de suelo con el caldo nutritivo, para ser incubados posteriormente por 24 horas.



**Figura 9.** Trabajo realizado en laboratorio de Micoplasmas.

**Fuente:** Arteaga, 2018

Por último, se tomaron 0.2 mL (**Figura 10**) de la muestras para su lectura en el espectrofotómetro a través de los niveles de absorbancia registrada.



**Figura 10.** Celdas para lectura en espectrofotómetro.  
**Fuente:** Arteaga, 2018

**Anexo 2. Instrumento de trabajo para caracterización de los sistemas de manejo y para medición de indicadores.**

**TÉCNICA: ENCUESTA  
INSTRUMENTO: CUESTIONARIO**



Permítame presentarme mi nombre es Margarita Arteaga Domínguez soy estudiante del tercer semestre de la Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas (MaSAgro) de la BUAP. El objetivo del siguiente cuestionario es generar información básica necesaria para la realización del trabajo de investigación de tesis que se refiere a la evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz entre dos grupos de manejo distinto, el primero correspondiente al sistema de producción milpa que funge como el sistema de referencia para la comparación y el segundo corresponde al tipo de manejo en monocultivo. La información recabada **no será utilizada** con fines de lucro, religioso o de partidismo político. La información será tratada como **confidencial** y únicamente será empleada para fines académicos de la Maestría. De antemano agradezco su disponibilidad y tiempo para compartir esta información.

**DATOS GENERALES:**

Cuestionario No. \_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Nombre del (la) entrevistador(a): \_\_\_\_\_

Nombre del (la) productor (a): \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ Número de teléfono: \_\_\_\_\_

Sexo	Edad: _____	Último grado de estudios:		Número de integrantes de su familia directa (padres e hijos):
		Nivel	Grado	
1. Femenino ( )	1. 18-28 ( )	1. Primaria		
	2. 29-38 ( )	2. Secundaria		
2. Masculino ( )	3. 39-48 ( )	3. Preparatoria		
	4. 49-58 ( )	4. Profesional		
	5. 59-68 ( )	5. Ninguno		
	6. 69 ó más ( )			

1. Es usted dueño (a) del terreno que cultiva: 1. **Sí** ( ) 2. **No** ( ) [Si la respuesta es **Sí**, pasar a la pregunta 4]
2. ¿Qué tipo de arreglo tiene con el dueño? 1. **Renta** ( ) 2. **Préstamos** ( )  
3. Otro: \_\_\_\_\_
3. En caso de ser rentado, ¿cuánto paga de renta por año? \$ \_\_\_\_\_
4. ¿El año pasado qué sembró? \_\_\_\_\_
5. ¿Qué superficie cultiva? (ha) \_\_\_\_\_

No	Ubicación de la parcela (nombre del lugar)	Superficie del terreno (ha)	Temporal	Riego	Años de cultivar el terreno	¿Rotación de cultivos? (sí o no)	¿Usa abono de animales?	¿En todo el terreno?	¿Cómo considera la fertilidad de su terreno?			
									E	B	R	M
1												
2												
3												

E=Excelente; B=Bueno; R=Regular; M=Malo

6. ¿Qué cultiva en su parcela No. 1?

Cultivo	kg/ha de semillas que usa	Rendimiento que obtiene (kg/ha)	Autoconsumo (%)	Venta (%)	Precio de venta /kg
1. Maíz					\$
2. Calabaza (semilla)					\$
3. Frijol					\$
4.					\$
5.					\$

- ¿Qué cultiva en su parcela No. 2? (Parcela alternativa sí es que hay una segunda):

Cultivo	kg/ha de semillas que usa	Rendimiento que obtiene (kg/ha)	Autoconsumo (%)	Venta (%)	Precio de venta /kg
1. Maíz					\$
2. Calabaza					\$
3. Frijol					\$
4.					\$
5.					\$

¿Qué cultiva en su parcela No. 3? (Sí es que hay una tercera):

Cultivo	kg/ha de semillas que usa	Rendimiento que obtiene (kg/ha)	Autoconsumo (%)	Venta (%)	Precio de venta /kg
1. Maíz					\$
2. Calabaza					\$
3. Frijol					\$
4.					\$
5.					\$

7. ¿Cuántos kilos de maíz consume su familia en un día? \_\_\_\_\_

8. ¿Cuenta con animales? 1. **Sí** ( ) 2. **No** ( ) [En caso de **No** contar con animales pase a la pregunta 11 ]

9. ¿Cuántos kilos de maíz destina para alimentar a sus animales al día? \_\_\_\_\_

MAÑANA	TARDE	TOTAL

10. ¿Cuántos animales son en total y de que especie son? \_\_\_\_\_

Vacas ( ) Caballos ( ) Cerdos ( ) Gallinas ( ) Guajolotes ( )  
Conejos ( ) Borregos ( ) Cabras ( ) Otros: \_\_\_\_\_

11. ¿Hacen tortillas en casa? 1. **Sí** ( ) 2. **No** ( ) [En caso de **No** hacer, pase a la pregunta 15]

12. ¿Cada cuánto? \_\_\_\_\_ ¿Aproximadamente cuantos kilos? \_\_\_\_\_

13. Cuando no tiene maíz ¿en dónde lo compra? \_\_\_\_\_ ¿Qué cantidad? \_\_\_\_\_

14. ¿Por qué hace tortillas? 1. **Aspecto culinario** ( ) 2. **Tradición** ( )

3. **Economía** ( ) 4. **Autoempleo** ( ) **Otro:** \_\_\_\_\_

15. ¿Por qué sigue sembrando maíz? 1. **Aspecto culinario** ( ) 2. **Tradición** ( )

3. **Economía** ( ) 4. **Autoempleo** ( ) **Otro:** \_\_\_\_\_

16. ¿Procedencia de las semillas que utiliza para sembrar y de qué tipo son?

Origen: 1. De la propia parcela 2. Comprada 3. Intercambio

Tipo: 1. Criolla 2. Híbrida

Cultivo	Origen	Tipo	Precio [kg] ó [cada 1000 semillas]
1. Maíz			\$
2. Calabaza			\$
3. Frijol			\$
4.			\$
5.			\$

17. ¿Además de la cosecha aprovecha el zacate? 1. **Sí** ( ) 2. **No** ( )

¿Aproximadamente cuántas pacas por hectárea obtiene? \_\_\_\_\_

¿Aproximadamente de cuántos kilogramos es cada paca? \_\_\_\_\_

18. ¿Vende algún producto derivado de su cosecha (alimentos, artesanías, hojas para tamales, etc.)?

1. Sí ( )

2. No ( )

[Si la respuesta es No, pasar a la pregunta 19]

Producto	Cantidad	Frecuencia (días/mes)	Precio	Lugar de venta
			\$	
			\$	
			\$	
			\$	

19. ¿Cuál es el manejo que realiza a su cultivo?

#### PREPARACIÓN DEL TERRENO

Actividad	Frecuencia	Equipo que utiliza		[P] ó [R]	\$/ha	No. de familiares que colaboran	No. de jornales contrata	Costo Jornal
		Tractor	Yunta					
Barbecho								
Rastro								
Surcado								
	No. de riegos	Tipo de riego		Costo por riego			Superficie que riega	
Riego								

P=Propio; R=Rentado

#### LABORES DE SIEMBRA

Actividad	Frecuencia	Equipo que utiliza			\$/ha	¿Siembra todo al mismo tiempo?	Familiares que colaboran	No. de jornales	Costo Jornal
		[P] ó [R]	Tractor	Yunta					
Siembra de maíz									
Siembra de calabaza									
Siembra de frijol									
Deshierbe									

P=Propio; R=Rentado

### LABORES DE CULTIVO

Actividad	Producto o fertilizante que aplica	Equipo que utiliza		[P] ó [R]	\$/hect área	No. de familiares que colaboran			No. de jornales	Costo Jornal	
		Tractor	Yunta								
Cultivada											
Doble-cultivo											
Segunda											
Actividad	Nombre del producto	Cantidad		Frec.	Origen	Costo bulto	kg Bulto	Tiempo aplicándolo	Familiares que colaboran	No. de jornal	Costo Jornal
		(kg/ha)	(L/ha)								
Aplicación de herbicidas											
Fertilización											
Aplicación de insecticidas											
Aplicación de fungicidas											

### LABORES DE COSECHA

Actividad	Frec.	Equipo	[P] ó [R]	Costo Unidad	Manual	Material adicional empleado	Costo	No. Integrantes de la familia	No. jornal	Costo Jornal
Corte o segado										
Amogotado (levantar)										
Pizca										
Desgrane										
Transporte	No. viajes									
Almacenamiento										

20. ¿Cuáles son las principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo?

Cultivo	Plaga	Enfermedad	¿Cómo identifica?	¿Qué daño ocasiona?	¿En qué etapa del cultivo se presenta?	¿Desde hace cuantos años se presenta problema?	¿Cómo se controla?
1. Maíz							
2. Calabaza							
3. Frijol							
4.							

21. ¿Tiene afectaciones por heladas? 1. **Sí** ( )                      2. **No** ( )  
[Si la respuesta es **No**, pasar a la pregunta 30]

22. Durante este ciclo de cultivo, ¿cuántos días ha helado? \_\_\_\_\_

23. Fechas que usted recuerde que heló: \_\_\_\_\_

24. ¿Recuerda cuántas heladas hubo el año pasado? \_\_\_\_\_

25. ¿Podría mencionar en qué fecha fueron? \_\_\_\_\_

26. ¿En una helada fuerte, qué parte de la planta se ve afectada? \_\_\_\_\_

27. ¿Qué porcentaje de la planta se ve afectado?

1-25 % ( )            2. 26-50% ( )            3. 51-75% ( )            4. 76-100% ( )

28. ¿Siembra o conoce plantas que puedan resistir a las heladas?

**Sí** ( )                      2. **No** ( )                      En caso de ser positiva la respuesta,

mencione cuáles: \_\_\_\_\_

29. ¿Qué porcentaje del rendimiento final se pierde por heladas? \_\_\_\_\_

30. El año pasado ¿qué rendimientos obtuvo? (en kg/ ha)  
(Maíz) \_\_\_\_\_ (Frijol) \_\_\_\_\_ (Calabaza) \_\_\_\_\_ (Otros) \_\_\_\_\_

31. ¿Realiza usted otra actividad económica aparte de la agricultura?

No, es mi única actividad ( )    2. Es mi actividad principal, pero realizo otra actividad ( )

3. Sí, tengo otra ocupación principal y lo agrícola lo trabajo en tiempo libre ( )

[Si la respuesta es **No**, pasar a la pregunta 34]

32. Podría mencionar todas las actividades que realiza además de la agricultura y que le generan ingreso

Servicio u oficio que ofrece	Frecuencia con la que la realiza (días por semana)	Ingreso que le genera (semana)

33. ¿De las actividades que realiza cuál le deja mayor ingreso?\_\_\_\_\_

34. ¿Qué otras fuentes de ingreso existen en el hogar?

Actividad	Quién la realiza	¿Cada cuánto trabaja? (días/semana)	Ingreso que genera

35. ¿Cuántos hijos e hijas tiene en total?\_\_\_\_\_

36. ¿Tiene algún(os) familiar(es) de su núcleo (hijos/pareja) que haya emigrado?

1. **Sí** ( ) 2. **No** ( ) [Si la respuesta es **No**, finalizar cuestionario]

¿Cuánto(s)?\_\_\_\_\_

37. ¿Hacia dónde emigró? 1. **Interior de Puebla** ( ) 2. **Interior de la República** ( )

3. **Otro país** ( ) ¿Cuál?\_\_\_\_\_

38. ¿Por qué motivos emigró? 1. **Trabajo** ( ) 2. **Estudios** ( ) 3. **Otro**

Mencione:\_\_\_\_\_

39. ¿Hace cuánto emigró? a). **0 a 5 años** ( ) b). **5 a 10 años** ( ) c). **Más de 10**

**años** ( )

40. ¿Ha regresado a vivir a Tehuatzingo? 1. **Sí** ( ) 2. **No** ( )

41. ¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_